Aus der Universitäts-Nervenklinik in Marburg
Komm. Direktor: Prof. Dr. H. Solcher

DIE BEDEUTUNG DER PHOTOSTIMULATION IN DER EPILEPSIEDIAGNOSTIK UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES EINFLUSSES DER STIMULATIONSMETHODIK AUF DIE PROVOKATION "HYPERSYNCHRONER" AKTIVITÄT

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin

dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von

GERT NEUMANN
aus Mainz

Marburg 1978

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg

Aus der Universitäts-Nervenklinik in Marburg
Komm. Direktor: Prof. Dr. H. Solcher

DIE BEDEUTUNG DER PHOTOSTIMULATION IN DER EPILEPSIEDIAGNOSTIK UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES EINFLUSSES DER STIMULATIONSMETHODIK AUF DIE PROVOKATION "HYPERSYNCHRONER" AKTIVITÄT

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin

dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von

GERT NEUMANN

aus Mainz

Marburg 1978

Druck: Görich & Weiershäuser, Marburg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg an der Lahn
am : 25.8.1978

gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches

Dekan : Prof. Dr. F. Neurath
Referent : Prof. Dr. A. Lütcke
Correferent : Prof. Dr. P. Ihm

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		Seite
1.	EINLEITUNG	1
2.	MATERIAL UND METHODE	9
2.1.	Gewinnung von Stichprobe und Kontrollgruppe	9
2.2.	Apparaturen und Provokationstechnik	9
2.3.	Auswertung der unter Photostimulation aufgetretenen Potentialveränderungen:	11
2.3.1.	Synchronisierungseffekte	11
2.3.2.	"Hypersynchrone" Aktivität	13
2.3.3.	Fotomyoklonus	14
2.4.	Einteilung der Probanden nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten	14
2.5.	Definition des Begriffes "Photosensibilität"	15
2.6.	Statistische Bearbeitung	15
2.7.	Beispiel einer Karteikarte	16
3.	ERGEBNISSE	17
3.1.	Alters- und Geschlechtsverteilung in der Patienten- und Kontrollgruppe	17
3.2.	Genetische Gesichtspunkte in der Patientengruppe	21
3.3.	Synchronisierungseffekte in der Patienten- und Kontrollgruppe in Abhängigkeit vom Lebensalter	27
3.3.1.	Statistische Methoden	43

Seite

3.4. Allgemeine Synchronisationsneigung von Patienten- und Kontrollgruppe 47

3.5. Beziehung zwischen Synchronisierungseffekten und Stimulationsbedingungen in der Patienten- und Kontrollgruppe 5o

3.6. Beziehung zwischen Synchronisierungseffekten und Stimulationsbedingungen in der nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten unterteilten Patientengruppe 69

3.7. Allgemeine Synchronisationsneigung der nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten unterteilten Patientengruppe 76

3.8. "Hypersynchrone" Aktivität 78

3.8.1. Altersverteilung "hypersynchroner" Aktivität in der Patientengruppe und Altersverteilung der Merkmalsträger "hypersynchrone Aktivität" 78

3.8.2. Beziehung zwischen "hypersynchroner" Aktivität und den nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten gebildeten Kollektiven 81

3.8.3. Synchronisationsverhalten der Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" im Vergleich zum Restkollektiv der Patientengruppe 85

3.8.4. Synchronisationsverhalten photosensibler und nicht-photosensibler Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" 88

Seite

3.8.5. Vergleich des Synchronisationsverhaltens photosensibler Probanden mit auf die Occipitalregion beschränkter und generalisierter "hypersynchroner" Aktivität 91

3.8.6. Beziehung zwischen Stimulationsbedingung und der Provokation "hypersynchroner" Aktivität 94

3.8.7. Häufigkeit "hypersynchroner" Aktivität unter den einzelnen Stimulationsbedingungen 96

3.9. Häufigkeit des Auftretens eines Fotomyoklonus 99

4. DISKUSSION 1oo

5. ZUSAMMENFASSUNG 11o

6. LITERATURVERZEICHNIS 113

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546009_0030

1. E I N L E I T U N G

Bei der Differenzierung der sensorisch provozierbaren Epilepsien kann man davon ausgehen, daß 5% aller Epileptiker durch Sinnesreize ausgelöste Anfälle bekommen; hierbei stehen an erster Stelle die optischen, an zweiter die somato-sensiblen, an dritter die akustischen Sinnesmodalitäten, gefolgt von den viel seltenteren vestibulären, gustatorischen und olfaktorischen Anfallsauslösungen (MEIER-EWERT und HOFFMANN, 1973).
Mit der Einführung des Stroboskops 1946 durch WALTER, DOVEY und SHIPTON war die Möglichkeit gegeben, das Phänomen der Änderung der Hirnaktivität mit Hilfe der Photostimulation näher zu erforschen.
P H O T O S T I M U L A T I O N bedeutet Reizung der Netzhaut mit intermittierenden Lichtblitzen. Außer der Hyperventilation und dem Schlaf-EEG gehört sie heute zu den wichtigsten Aktivierungs- und Provokationsmaßnahmen in der Elektroencephalographie, mit denen abnorme und pathologische Veränderungen im EEG erfaßt werden können, die sonst nicht feststellbar wären.

Tabelle für einige in dieser Arbeit gebräuchliche Abkürzungen:

Hy. Akt.	=	"Hypersynchrone" Aktivität
FKR	=	Fotokonvulsive Reaktion
FMR	=	Fotomyoklonische Reaktion
FS	=	Fotosensibilität
Ph. St.	=	Photostimulation
S. E.	=	Synchronisierungseffekte

1949 teilte BICKFORD die birnelektrischen Antworten unter Lichtreizung in drei Gruppen ein:

- Synchronisierung, occipital und parietal, in der geflackerten, in der halben oder in der doppelten Stimulationsfrequenz,
- langsame, komplexe δ-Wellen, unabhängig von der Frequenz der Lichtreizung,
- generalisierte, paroxysmale Entladungen.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit zwei der von BICKFORD genannten Phänomenen, nämlich den Synchronisierungseffekten und den paroxysmalen Entladungen.

Daß Reizungen der Netzhaut mit intermittierenden Lichtreizen den individuellen occipitalen α-Rhythmus verändern können, wurde schon 1929 von BERGER festgestellt. In verschiedenen Tierversuchen beobachteten auch FISCHER (1932) und KORNMÜLLER (1932) diese Veränderungen der Hirnaktivität unter Belichtung der Netzhaut.

ADRIAN und MATTHEWS waren 1934 die ersten, die durch Photostimulation den sogenannten BERGER-Rhythmus, den occipitalen α-Rhythmus, beeinflußten. Diese Reaktion nannten sie "photic driving". Bei Untersuchungen am Menschen zeigten sie, daß die besten Ergebnisse mit den Lichtblitz-Frequenzen erreicht werden konnten, die zwischen 1o und 2o pro Sekunde lagen. Ferner beobachteten sie, daß die Wellen auch in der Hälfte, seltener auch in der Doppelten oder einer Vielfachen der Blitzfrequenz, also harmonisch zu dieser, erscheinen können.

Diese Beobachtungen wurden von zahlreichen Untersuchern bestätigt, von denen im folgenden nur einige erwähnt werden: BARTLEY (1934), DURUP und FESSARD

(1935), BISHOP und O'LEARY (1936), LOOMIS, HARVEY und HOBART (1936), TOMAN (1941), MUNDY-CASTLE (1953), ULETT (1957), KOOI (1958). Sie alle kamen bei ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß Synchronisierungseffekte am deutlichsten und am häufigsten unter Lichtblitzen mit Stimulationsfrequenzen zwischen 1o und 2o Hz auftreten.
Auf den bis zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Erfahrungen postulierte TOMAN schon 1941 für optimale Ergebnisse einer Photostimulation folgende Voraussetzungen:

- eine dem α-Rhythmus naheliegende Stimulationsfrequenz,
- eine Lichtquellenstärke von mindestens 5 mA,
- einen Licht-Dunkelkontrast zwischen 1:3 und 1:23,
- vollständige Beleuchtung des Testfeldes ("testfield").

ULETT und JOHNSON beobachteten 1957, daß eine Person, die bei der ersten Lichtstimulation gut synchronisierte, bei einer folgenden nicht unbedingt in der gleichen Ausprägung und Häufigkeit reagieren muß, daß es also "stabil" und "instabil" synchronisierende Personen gibt.
KOOI berichtete 1958, daß bei Patienten mit cerebralen Affektionen (Traumata, Tumoren, Entzündungen etc.) eine schlechtere Synchronisationsbereitschaft zu finden sei, auch wenn keine faßbare Beeinträchtigung des visuellen Systems vorläge.
Werden während einer Photostimulation die Augen geschlossen gehalten, registriert man im allgemeinen eine vermehrte Neigung zur Synchronisation als bei geöffneten Augen. Die Erklärung hierfür könnte nach DOOSE und GERKEN (1973) im Wegfall der "visual attention", der gerichteten Aufmerksamkeit, liegen.

Paroxysmale Entladungen können nicht nur wie in der Definition von BICKFORD (s. o.) generalisiert, sondern auch lokalisiert, z. B. occipital, unter Photostimula-

tion auftreten.
Sie bestehen im allgemeinen aus spikes, multispikes, spike-wave oder multi-spike-wave-Komplexen, oder seltener aus sharp- oder slow-waves-Komplexen. Diese verschiedenen Formen paroxysmaler Entladungen sollen im folgenden unter dem Oberbegriff "hypersynchrone" Aktivität zusammengefaßt werden. Für sie ferner noch gebräuchliche Ausdrücke wie "Krampfpotentiale", "Krampfwellen" oder "Krampfspitzen" wollen wir wegen der mit ihrer Verwendung präjudizierten klinischen Aspekte vermeiden.
Derartige "hypersynchrone" Wellenformen können

- bereits im Ruhe-EEG auftreten und durch Photostimulation nicht weiter aktiviert werden,
- im Ruhe-EEG zwar vorhanden sein, aber unter Photostimulation aktiviert werden, oder
- im Ruhe-EEG noch nicht sichtbar vorhanden, durch Photostimulation also erst provoziert werden.

In Übereinstimmung mit einem sich in der Klinik der Elektroenzephalographie derzeit anbahnenden Sprachgebrauch wollen wir demnach unter Aktivierung im folgenden das deutlichere Hervortreten eines schon vorhandenen Merkmals im EEG verstehen, während der Begriff Provokation durch das Hervortreten eines neuen, während der Ruheaktivität noch nicht sichtbar vorhandenen Merkmals definiert ist.
Das Auftreten von "hypersynchroner" Aktivität im EEG steht - und das macht den Wert des EEG in der Epilepsiediagnostik aus - in enger Beziehung zu den epileptischen Erkrankungen. Für die durch Photostimulation aktivierbaren und provozierbaren Muster von "hypersynchroner" Aktivität gilt, daß sie in besonders enger Beziehung zu bestimmten Verlaufsformen der Epilepsien stehen, so z. B. zum Impulsiv-Petit Mal, dem Aufwach-Grand Mal und insbesondere zu dem Krankheitsbild der sogenannten "photogenen" Epilepsie.
Um Ordnung in die Beziehungen zwischen "photogenen"

Epilepsien und den durch Photostimulation erzielbaren Effekten zu bringen, hat JANZ 1969 folgende Einteilung der lichtinduzierten Epilepsien vorgeschlagen:

a) "Photogene" Epilepsie wird von ihm eine schon 1912 von FRIEDMANN beschriebene Verlaufsform benannt, bei der es schon unter alltäglichen Umständen wie z. B. beim Blick in die Sonne, beim Fernsehen oder durch das Ansehen stark kontrastierender Flächen zu einem Anfall kommen kann.

b) Latente photosensible Epilepsie nennt er eine Verlaufsform, bei der es unter Provokation mit Photostimulation zum Auftreten "hypersynchroner" Potentiale kommt, ohne daß ein klinischer Anfall registriert wird. Diese läßt sich bei 3% der Gesunden (GASTAUT, TREVISAN, NAQUET 1958, WALTER 1953), bei 8% der Angehörigen von Epileptikern (DAVIDSON, WATSON 1956) und bei 15-2o% der Epileptiker (GASTAUT 1949, MELIN 195o, MELSEN 1959) nachweisen.

c) Manifeste photosensible Epilepsie nennt er eine unter Licht-Provokation mit "hypersynchroner" Aktivität und mit klinisch manifestem Anfall einhergehende Verlaufsform der Epilepsien.

Eine weitere mögliche Form der Antworten im EEG unter Photostimulation besteht im Erscheinen des sogenannten "Fotomyoklonus". Dieses Phänomen wurde erstmals von WALTER und WALTER (1949) beschrieben.
1952 unterschied BICKFORD die "photosensible" Epilepsie, die er treffender als "Photokonvulsivreaktion" (FKR) bezeichnet wissen wollte, von der "Photomyoklonusreaktion" (FMR):
Unter FKR versteht er den Ausbruch von meist frontal betonten, fokalen, bilateral-regionalen oder generalisierten, regelmäßigen oder unregelmäßigen spike-waves oder steilen mit langsamen Wellen, also "hypersynchrone" Entladungen unter Photostimulation.
Als FMR definiert er dagegen rhythmisch rekrutierende

Muskelaktionspotentiale während der Photostimulation. Besonders in Referenzableitungen gegen das Ohr frontal beidseits oder generalisierend erscheinend, folgen diese Potentiale den Lichtblitzen mit einer Latenz von ca. 35-4o msec (RABENDING und SCHMIDT, 1963). Bei dieser Reaktion kommt es zu sicht- und fühlbaren Zuckungen der Augenmuskulatur, von REMOND (1952) "photo-oculoclonic reflex" genannt, die auch auf die Gesichts-, Extremitäten- und Rumpfmuskulatur übergreifen können (RABENDING und SCHMIDT, 1963).
Nach RABENDING und KLEPEL (197o) sind beide Reaktionsformen, FKR und FMR, altersabhängig. Die FKR soll bei jüngeren (Schulalter und Pubertät), die FMR dagegen bei älteren Menschen vermehrt vorkommen; beide Reaktionsformen sollen bei Frauen gehäuft auftreten.
Während nach den bis heute vorliegenden Untersuchungsergebnissen eine Zuordnung des Fotomyoklonus (FMR) zur Epilepsie oder einer ihrer Verlaufsformen nicht bewiesen ist, ist dies für die FKR eindeutig der Fall. Bei ihrer ausführlichen Untersuchung stellten DOOSE et al. (197o) unter anderem fest, daß es sich bei der Fotokonvulsivreaktion (FKR) um ein genetisch determiniertes Phänomen handelt, das mit einer erhöhten Morbidität für cerebrale Anfallsleiden verbunden ist.
Daß durch intermittierende Lichtreizung "hypersynchrone" Aktivität im EEG auch verschwinden kann, beschrieb KETZ 1964 als "paradoxen Provokationseffekt". Interpretiert wird diese Reaktion durch vermehrte psychische Anspannung der Probanden unter Photostimulation, durch die es zu einer Unterdrückung "hypersynchroner" Wellenformen kommen könne.

Die Grenzen der Photostimulation sieht HESS (1962) in der mitunter auftretenden Schwierigkeit, im EEG erscheinende "hypersynchrone" Aktivität zweifelsfrei als solche zu erkennen. Doch auch die Unterscheidung von Synchronisationseffekten und "hypersynchroner" Aktivität

kann eine Schwierigkeit darstellen, besonders dann, wenn die synchronisiert auftretenden Wellen spikeartigen Charakter annehmen. Diese Schwierigkeiten bildeten den Ausgangspunkt für eine 1975 von LIEHR an der Universitäts-Nervenklinik Marburg/L. durchgeführten Untersuchung. LIEHR (Diss. Marburg/L. 1975) wertete 175 Photostimulations-EEG von Patienten aus und verglich die Ergebnisse mit denen von 5o Kontrollpersonen. Die Patientengruppe, insbesondere die Gruppe mit Anfällen vom zentrencephalen Typ, zeigte eine weitaus schlechtere Synchronisationsneigung als die Kontrollgruppe. Epilepsien vom zentrencephalen Typ waren also mit der occipitalen Synchronisation negativ korreliert. "Synchronisierte Spitzenpotentiale" waren dagegen in dieser Patientengruppe signifikant häufiger vertreten. Als weiteres Ergebnis stellte LIEHR eine leichte Zunahme der Synchronisationsneigung mit steigendem Lebensalter fest.

Aufgabe dieser Arbeit ist zunächst, die Synchronisationsneigung auf ihre Beziehung

- zum Lebensalter,
- zu klinischen Diagnosen
- und zu den Stimulationsfrequenzen

zu untersuchen und dabei an einem größeren Krankengut die von LIEHR erzielten Ergebnisse zu überprüfen. Ferner sollen die Beziehungen der durch Photostimulation aktivierten oder provozierten "hypersynchronen" Aktivität

- zum Lebensalter,
- zu klinischen Diagnosen.
- und zu den Stimulationsfrequenzen

untersucht werden.
Als dritten Aspekt untersuchten wir die Frage, ob zwischen zeitlicher Dauer der Photostimulation und der

Aktivierung und Provokation "hypersynchroner" Aktivität Beziehungen bestehen.

Über das Auftreten und die Beziehung des Fotomyoklonus unter verschiedenen Gesichtspunkten möchten wir auf eine parallel durchgeführte Arbeit von G. UNGEMACH verweisen.

2. MATERIAL UND METHODE

2.1. Zur Auswertung dieser Arbeit standen alle seit 1970 angefertigten EEG der Patienten der Universitäts-Nervenklinik Marburg/L. zur Verfügung, bei denen zur weiteren Diagnostik eine Photostimulation durchgeführt wurde. Zu berücksichtigen ist, daß mit einer relativ weiten Indikationsstellung sowohl bei Patienten mit einer ausgeprägten, auf ein epileptisches Krankheitsbild hinweisenden klinischen Symptomatik als auch bei solchen, bei denen nur der Verdacht auf ein cerebrales Geschehen dieser Art gegeben war, eine Photostimulation durchgeführt wurde.
Lagen von einem Patienten mehrere Photostimulations-EEG vor, wurden zunächst die berücksichtigt, die alle Kriterien der vollständigen Lichtreizung enthielten (ohne Rücksicht auf das Ergebnis). Blieben daraufhin zwei oder mehr EEG übrig, die diese Anforderungen erfüllten, ermittelten wir anhand einer Zufallszahlentafel (CAMPBELL, 1971) das zur Auswertung zu bearbeitende EEG.

2.2. Zur Photostimulation wurden entweder das Lichtreizgerät "Strobotest" der Firma Knott Elektronik München oder der Photostimulator im Mingograph-EEG der Firma Siemens benutzt.
Die Einschaltung der Lichtquelle erfolgte unter laufender EEG-Registrierung. Die Lampe war in einer Entfernung von ca. 20 cm vor den Augen des Probanden angebracht und arbeitete mit einer eingestellten Lichthelligkeit von 1,45 Joule/Blitz und einer Blitzdauer von ca. 10 Microsekunden. Auf einer Markierungsspur wurde die Blitzfrequenz über eine Photozelle mitgeschrieben.

Zur Ableitung der EEG standen 16-Kanalgeräte (Enphysioscript Schwarzer, Mingograph-EEG Siemens) und ein 12-Kanalgerät (Neuroskript Hellige) zur Verfügung. Während der Photostimulation waren die Geräte auf eine Längsreihenableitung geschaltet, die sowohl parasagittale als auch temporale Ableitepunkte erfaßte. Die EEG-Apparate wurden auf eine Registriergeschwindigkeit von 3o mm/sec, eine Verstärkung von 7 mm für 5o µV und eine Zeitkonstante (Hochpassfilter) von o,3 sec eingestellt. Als Tiefpassfilter wurde bei dem Enphysioscript Schwarzer und dem Neuroscript Hellige das Filter 7o, bei dem Mingograph-EEG Siemens das Filter 3o gewählt.
Zeitlich reihte sich die Photostimulation an die üblichen und speziellen Ableitungsprogramme an. Um die Lichtintensität voll zur Wirkung kommen zu lassen, war während der Lichtreizung der Raum abgedunkelt.
Die Photostimulation erfolgte immer in vier Abschnitten; in Abschnitt A) und B) wurde nach dem von DOOSE et al. (1969) empfohlenen Schema verfahren:

A) Flackerlicht mit steigender und fallender Frequenz zwischen 5 und 2o Hz über ca. 6o-8o sec bei geschlossenen Augen.

B) Stimulation mit konstanten Frequenzen von ca. 5, 7, 1o, 12, 15 und 2o Hz. Jede Blitzfrequenz wurde für ca. 3o sec dargeboten. Während jeder dieser Blitzserien wurden für ca. 5 sec die Augen geöffnet. Zwischen den einzelnen Reizserien lag jeweils eine Ruheableitung von ca. 3o sec.

C) Lichtblitze in unregelmäßiger Reihenfolge über ca. 6o-8o sec bei geschlossenen Augen.

D) Doppelblitze in wechselnder Frequenzfolge über ca. 6o-8o sec bei geschlossenen Augen.

Somit betrug die Gesamtdauer einer Photostimulation ca. 9 min, von denen ca. 5 min auf die Stimulation

selbst, der Rest auf die Pausen entfielen.

2.3. Aus dem in Abschnitt 2.2. geschilderten vollständigen Stimulationsprogramm wurden für diese Arbeit folgende Photostimulationseffekte ausgewertet:

- occipitale Synchronisierungseffekte (2.3.1.)
- "hypersynchrone" Aktivität (2.3.2.) und
- das Auftreten eines Fotomyoklonus (2.3.3.).

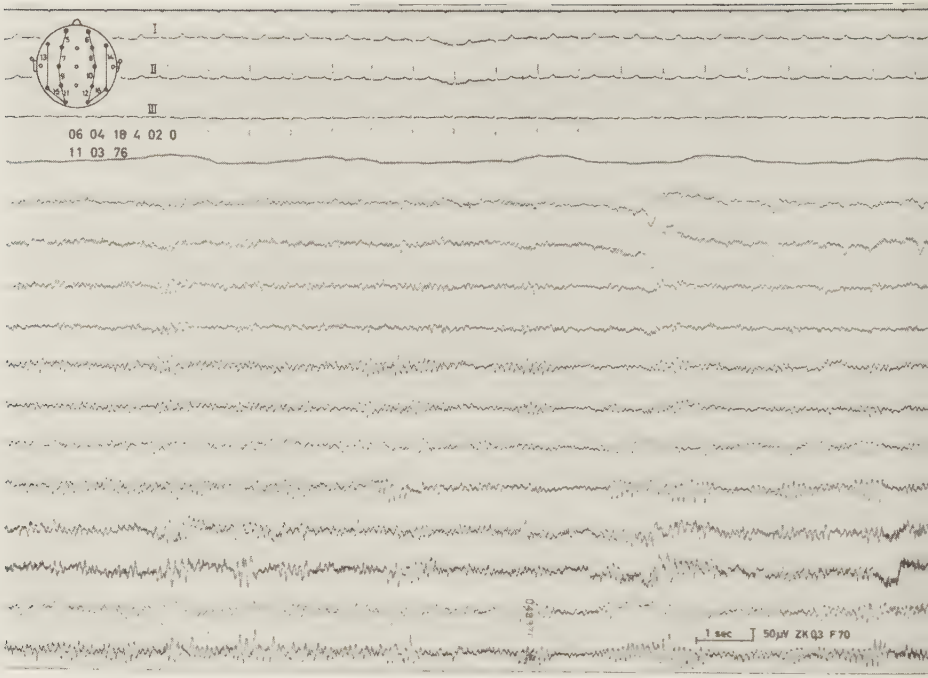
2.3.1. Das Auftreten von occipitalen Synchronisierungseffekten wurde nur in den Abschnitten B) und D) des in 2.2. beschriebenen Stimulationsprogrammes untersucht.
Die Synchronisierungseffekte wurden je nach Intensität und Konstanz ihres Auftretens wie folgt unterschieden:

Ausprägungsgrad 0 = Keine sichtbaren Synchronisierungseffekte

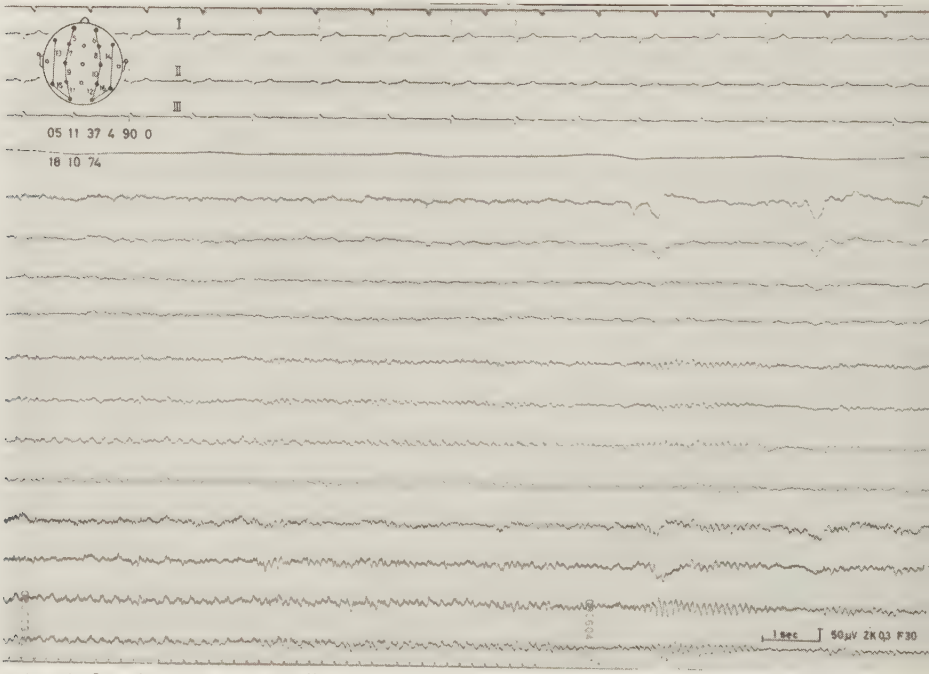
Ausprägungsgrad ((+)) = Synchronisierungseffekte, welche nur schwach erkennbar und inkonstant waren

Ausprägungsgrad (+) = Synchronisierungseffekte, die relativ konstant, aber weniger gut ausgeprägt waren

Ausprägungsgrad + = Synchronisierungseffekte, die relativ konstant und gut ausgeprägt waren.



Beispiel eines negativen Synchroniationseffektes unter Photostimul
tion bei einer Stimulationsfrequenz von 5 Hz

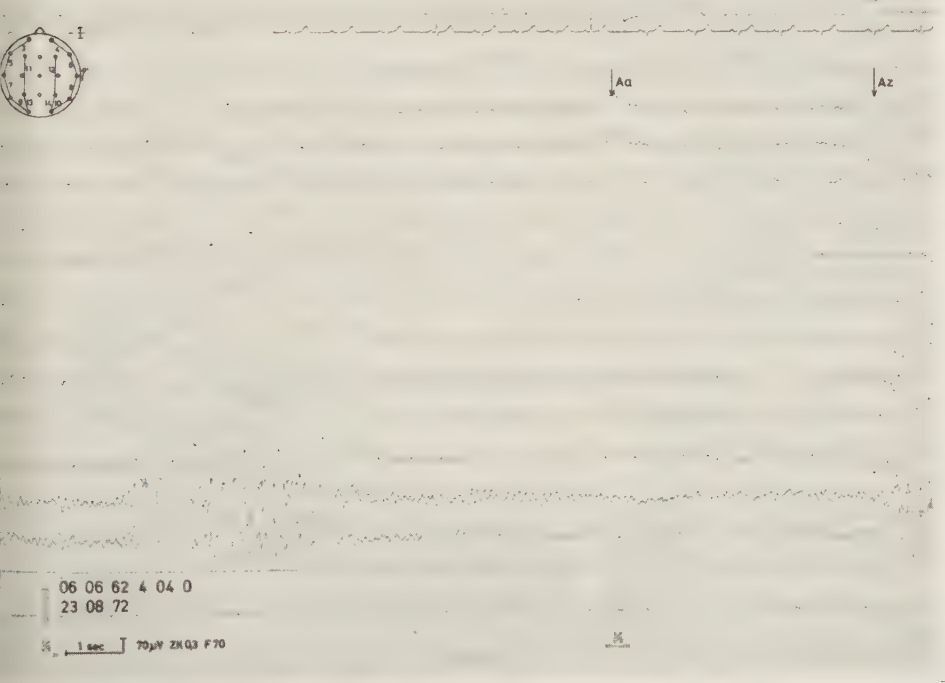


Beispiel eines ausgeprägten positiven Synchronisierungseffektes u
ter Photostimulation bei einer Stimulationsfrequenz von 5 Hz

2.3.2. Zur Beurteilung der "hypersynchronen" Aktivität untersuchten wir die Abschnitte B), C) und D) des in 2.2. beschriebenen Stimulationsprogrammes. Hierbei unterschieden wir:

- hinsichtlich der Lokalisation:
  - nur auf die Occipitalregion beschränkte "hypersynchrone" Aktivität,
  - generalisiertes Auftreten "hypersynchroner" Aktivität;

- hinsichtlich der Beziehung zwischen "hypersynchroner"Aktivität im EEG und der Lichtreizung:
  - ein von der Stimulation unabhängiges Auftreten im Ruhe-EEG, in den Pausen zwischen den Blitzserien und ohne erkennbare Beziehung zur Lichtreizung während der Stimulation,
  - eine direkte Abhängigkeit von der Stimulation im Sinne einer Aktivierung oder Provokation.



Beispiel einer generalisierten "hypersynchronen" Aktivität während Photostimulation (trotz Unterbrechung der Blitzregistrierung läuft die Darbietung der Blitzfolgen weiter)

2.3.3. Ein während der Abschnitte B), C) und D) des Stimulationsprogrammes aufgetretener Fotomyoklonus wurde ebenfalls vermerkt, im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht ausgewertet (siehe Diss. UNGEMACH, 1978).
Für jeden Patienten und für jede Kontrollperson legten wir eine Karteikarte mit den unter 2.3. angeführten Merkmalen an (siehe 2.7.).

2.4. Nach der Auswertung der EEG lieferten die poliklinischen und/oder die stationären Krankenblätter die klinischen Daten der Patienten. Hiervon wurden

- familiäre Belastung mit cerebralen Anfallsleiden,
- Anfallsmanifestationstyp,
- und sonstige neurologische und psychiatrische Erkrankungen (Depression, Migräne etc.)

entnommen und auf der Rückseite der Karteikarte vermerkt.
Je nach Anfallstyp wurden die Patienten in verschiedene Gruppen eingeteilt. Diese klinisch-epileptologische Einteilung lehnte sich eng an den Vorschlag der Kommission für Terminologie der Internationalen Liga gegen Epilepsie (1968, Vorsitzender: H. GASTAUT) an. Da sich hierbei viele Gruppen mit zu kleinen Besetzungszahlen ergeben hatten, faßten wir diese wieder zu folgenden größeren Gruppen zusammen:

Gruppe I: Patienten mit sog. "zentrencephalen" Anfällen
Gruppe II: Patienten mit primär fokalen, eventuell sekundär generalisierenden Anfällen
Gruppe III: Patienten mit Anfällen, die wegen unvollständiger oder unklarer Angaben nicht in Gruppe I oder Gruppe II einzuordnen waren

Gruppe IV : Restkollektiv nicht anfallskranker und fraglich anfallskranker Patienten.

2.5. In dieser Arbeit wollen wir uns im folgenden bei der Differenzierung der lichtinduzierten "hypersynchronen" Reaktionen an die Nomenklatur des Arbeitskreises für pädiatrisch klinische Elektroenzephalographie halten, dessen Definitionen hierfür primär von den Beziehungen zwischen Photostimulation und dem elektroenzephalographischen Erscheinungsbild ausgehen:

P H O T O S E N S I B I L I T Ä T : Auftreten von "hypersynchroner" Aktivität im EEG unter Photostimulation. Je nachdem, ob klinisch erkennbare epileptische Phänomene ausgelöst werden oder nicht, ergäben sich die Begriffe: Photosensibilität M I T oder O H N E klinische Erscheinungen.

2.6. Statistische Bearbeitung

Nahezu alle Angaben über relative Häufigkeiten erhielten als Zusatz den 95%-igen Vertrauensbereich der Binominalverteilung, entnommen aus: "Documenta Geigy", Wissenschaftliche Tabellen, 7. Auflage (1968).
Beim Vergleich der wichtigen relativen Häufigkeiten ermittelten wir mögliche signifikante Unterschiede mit dem χ^2-Test.
Bei der Untersuchung der Abhängigkeit der positiven Synchronisierungseffekte vom Lebensalter wendeten wir eine in dem entsprechenden Abschnitt ausführlicher beschriebene statistische Methode an.

2.7. Beispiel einer Karteikarte

Name, Vorname				Geb. datum
Frequ.	Az	Aa	Hy. Akt.	Fotomyo.
5	0	0	0	0
7	((+))	0	0	0
10	+	(+)	0	0
12	(+)	((+))	0	0
15	(+)	0	0	0
20	0	0	0	0
U			+ occipital	0
D	0		0	0

Az = Augen geschlossen
Aa = Augen geöffnet
U = Unregelmäßige Blitzfolge (vergl. 2.2.)
D = Doppelblitze (vergl. 2.2.)

3. ERGEBNISSE

3.1. Alters- und Geschlechtsverteilung in der Patienten- und Kontrollgruppe

Die Patientengruppe bestand aus 7oo Personen. Hiervon betrug die Anzahl der Männer 4o8 (= 58,3%, 95%iger Vertr. Bereich: 54,8 - 62,2) und die der Frauen 292 (= 41,7%, 95%iger Vertr. Bereich: 39,2 - 46,2). Dies zeigt ein signifikantes Überwiegen der männlichen Gruppe. Dieser Unterschied spiegelt jedoch nichts anderes wider als die Zusammensetzung des die Universitäts-Nervenklinik unter entsprechender Fragestellung aufsuchenden Patientengutes; eine darüber hinausgehende Bedeutung ist aus diesem Ergebnis nicht erkennbar.

Bei der Einteilung der Patientengruppe in Klassen mit Klassenbreiten von 1o Jahren werden die geringen Besetzungszahlen in den Altersklassen von 1 - 2o Jahren und bei Personen über dem 6o. Lebensjahr deutlich (Tab. 1, Abb. 1). Der Grund für die geringe Anzahl von Kindern und Jugendlichen liegt darin, daß in Marburg/L. eine eigene Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und eine Kinderklinik bestehen, die beide eine eigene EEG-Abteilung unterhalten. Die geringe Beteiligung der über 6o-jährigen Personen läßt sich darauf zurückführen, daß in den meisten Fällen die Diagnostik, wenn es sich um ein schon länger bestehendes epileptisches Leiden handelte, schon früher, d. h. im jüngeren oder mittleren Lebensalter durchgeführt worden war, und daß bei erst im höheren Lebensalter erstmals auftretenden epileptischen Manifestationen und Krankheitsbildern oft andere diagnostische Maßnahmen (z. B. Angiographie, Szintigraphie) sinnvoller erscheinen als die Photostimulation.

Die Kontrollgruppe, bestehend aus 1oo gesunden Personen, gliedert sich auf in 6o (=6o%, 95%iger Vertr.

Bereich: 49,7 - 69,7) weibliche und 4o (= 4o%, 95%iger Vertr. Bereich: 3o,3 - 5o,3) männliche Probanden. Der größte Teil der Kontrollpersonen setzt sich aus Klinikangestellten (Med. Tech. Personal, Pfleger, Ärzte) und Studenten zusammen.
Bei der Betrachtung der Altersverteilung überwiegt eindeutig die Altersklasse der weiblichen Probanden von 21 - 3o Jahren, welche 33% aller Kontrollpersonen ausmacht. Bis zum 1o. und ab dem 61. Lebensjahr finden sich keine Probanden in der Kontrollgruppe (Tab. 2, Abb. 2).
Der unterschiedlichen Anzahl der männlichen und weiblichen Personen sowohl in der Kontroll- als auch in der Patientengruppe kommt - wie zu zeigen sein wird - in dieser Arbeit wahrscheinlich keine wesentliche Bedeutung zu.

Altersklassen	Männer	Frauen	Männer + Frauen
0 - 1o	3	3	6
11 - 2o	16	23	39
21 - 3o	138	95	233
31 - 4o	117	58	175
41 - 5o	77	57	134
51 - 6o	42	4o	82
61 - 7o	13	12	25
71 ->71	2	4	6
Gesamt	4o8	292	7oo

Tab. 1

Alters- und Geschlechtsverteilung der Patientengruppe. - Klassenbreite: 1o Jahre -

Altersklassen	Männer	Frauen	Männer + Frauen
0 - 1o	o	o	o
11 - 2o	1	5	6
21 - 3o	16	33	49
31 - 4o	15	11	26
41 - 5o	5	9	14
51 - 6o	3	2	5
61 - 7o	o	o	o
71 ->71	o	o	o
Gesamt	4o	6o	1oo

Tab. 2

Alters- und Geschlechtsverteilung der Kontrollgruppe. - Klassenbreite: 1o Jahre -

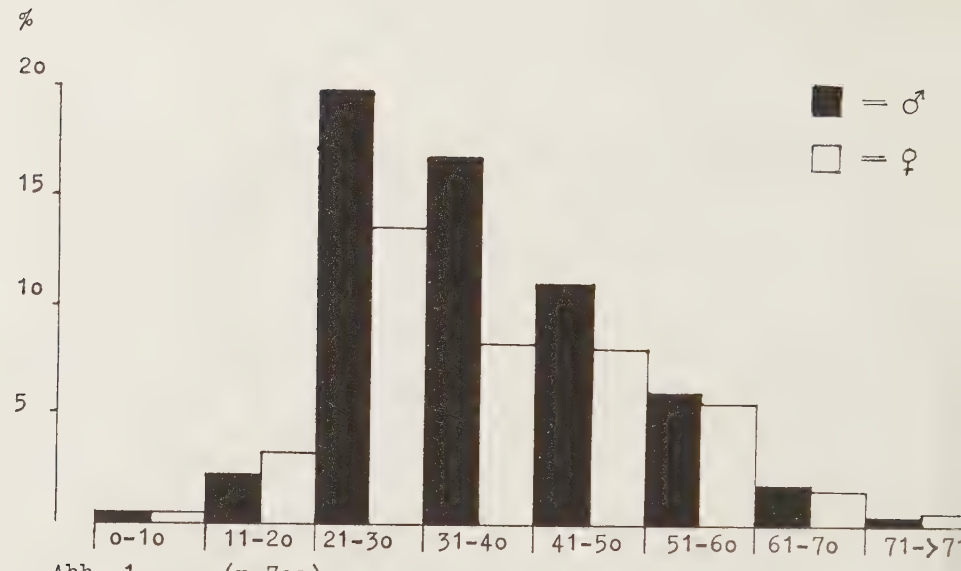


Abb. 1 (n=700)
Alters- und Geschlechtsverteilung der Patientengruppe
- Klassenbreite: 10 Jahre -

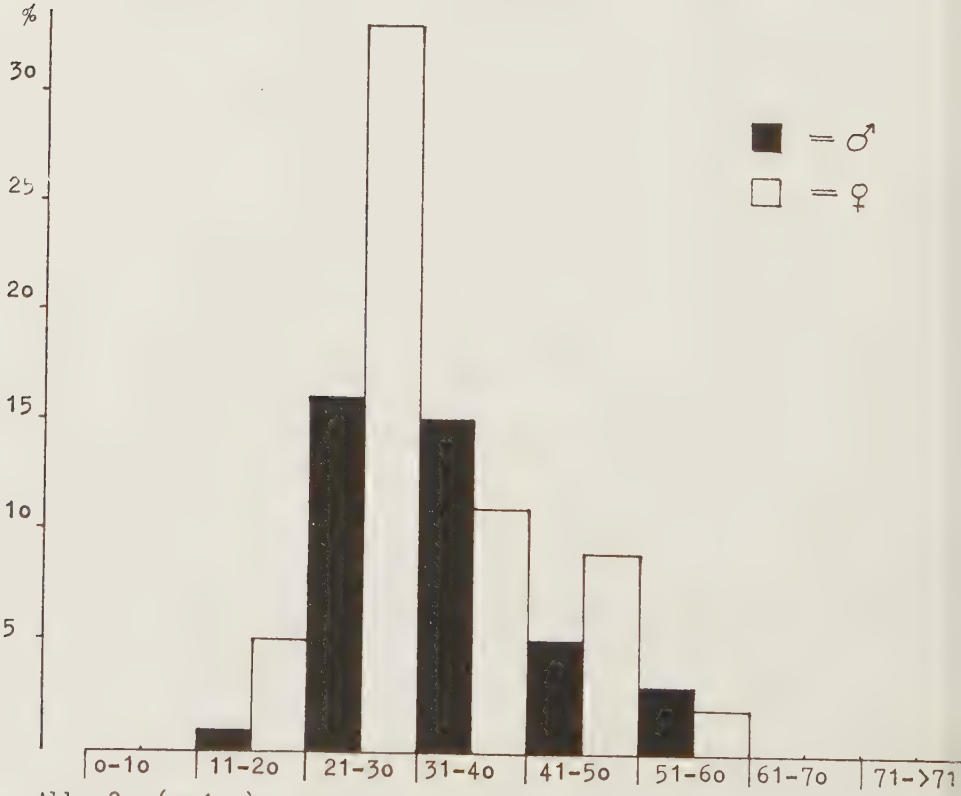


Abb. 2 (n=100)
Alters- und Geschlechtsverteilung der Kontrollgruppe
- Klassenbreite: 10 Jahre -

3.2. Genetische Gesichtspunkte in der Patientengruppe

Soweit den Krankengeschichten aller 7oo Patienten entnommen werden konnte, lag bei 11,o% eine familiäre Belastung mit epileptischen Anfällen vor; in 69,1% ließ sich eine solche Belastung nicht ermitteln, und bei den restlichen 19,9% enthielten die Krankengeschichten über diesen Punkt keine Angaben.
Um eine Beziehung zwischen familiärer Belastung und dem Anfallstyp darstellen zu können, sei zunächst die in Abschnitt 2.4. getroffene Einteilung der Patienten in vier Gruppen wiederholt:

Gruppe I : Patienten mit sog. "zentrencephalen" Anfällen
Gruppe II : Patienten mit primär fokalen, eventuell sekundär generalisierenden Anfällen
Gruppe III : Patienten mit Anfällen, die wegen unvollständiger oder unklarer Angaben nicht in Gruppe I oder II einzuordnen waren
Gruppe IV : Restkollektiv nicht anfallskranker und fraglich anfallskranker Patienten

Die Verteilung des Patientenkollektivs auf diese Gruppen zeigen Tab. 3a und Abb. 3a. Nahezu die Hälfte (49,6%) der Patienten ist der Gruppe IV einzuordnen, d. h. bei diesen konnten keine Anfälle nachgewiesen werden, sind also nicht bzw. fraglich anfallskrank. 2o,7% unserer Patienten zeigten "zentrencephale" und 14,3% primär fokale Anfälle. 15,4% unseres Patientenguts litt unter Anfällen, jedoch konnte dies Kollektiv wegen unklarer oder fehlender Angaben nicht in Gruppe I oder II eingeordnet werden. Zusammengefaßt bedeutet dies, daß etwas mehr als die Hälfte (5o,4%) aller untersuchten Patienten Anfälle unterschiedlichen Typs

aufweist, während die andere Hälfte (49,6%) nicht oder fraglich anfallskrank ist.
77 Personen (11,o%) aller Patienten wiesen eine familiäre Belastung auf, während bei 484 Patienten (69,1%) eine solche nicht eruierbar war. Zu welchen Anteilen der oben aufgeführten Gruppen sich die beiden Kollektive mit und ohne familiäre Belastung zusammensetzen, wird aus Tab. 3b und Abb. 3b ersichtlich. Zwischen dem Anteil der Gruppe I und II am Kollektiv mit familiärer Belastung besteht eine deutliche Differenz, die unseren Erwartungen entspricht, denn es ist bekannt, daß Personen mit "zentrencephalen" Anfällen gehäuft eine genetische Belastung aufweisen, während dies bei Patienten mit primär fokalen Anfällen nicht der Fall ist. Der große Anteil der Gruppe IV am Kollektiv mit familiärer Belastung dürfte darin zu sehen sein, daß die Indikation zur Photostimulation auch bei dem Verdacht auf ein Anfallsleiden gegeben war, der durch familiäre Belastung verstärkt wurde; durch diese Selektion wird das Ergebnis verständlich. Über die Hälfte (51,8%) des Kollektivs ohne familiäre Belastung besteht aus Patienten der Gruppe IV, der restliche Anteil dieses Kollektivs wird von den Gruppen I, II und III mit signifikant kleineren Teilen etwa gleichmäßig besetzt.

Untersucht man nun die familiäre Belastung der einzelnen Gruppen (Tab. 3c, Abb. 3c), so sieht man erwartungsgemäß, daß Patienten mit "zentrencephalen" Anfällen signifikant häufiger eine genetische Belastung aufweisen als Personen der Gruppen II und IV.
Der relativ hohe Anteil familiär belasteter Patienten in der Gruppe III dürfte sich daraus erklären, daß - bestünden nähere Angaben über den Anfallstyp - ein gewisser Prozentsatz sehr wahrscheinlich der Gruppe I zuzuordnen wäre; verstärkt wird diese Vermutung noch durch die geringe Anzahl von Personen der Gruppe III in der Patien-

tengruppe ohne nachweisbare familiäre Belastung. Den höchsten Prozentsatz an Personen ohne nachweisbare genetische Belastung enthält erwartungsgemäß Gruppe II mit primär fokalen Anfällen.

Gruppe	n (Pers.)	rel.%	95%-iger Vertr.Ber.
I	145	2o,7	17,1 -23,2
II	1oo	14,3	11,8 -17,1
III	1o8	15,4	13,1 -18,6
IV	347	49,6	44,8 -52,4
	7oo	1oo,o	

Tab. 3a
Verteilung der Patientengruppe auf nach klinisch epileptologischen Gesichtspunkten gebildete Teilkollektive (Gruppeneinteilung siehe 2.4.)

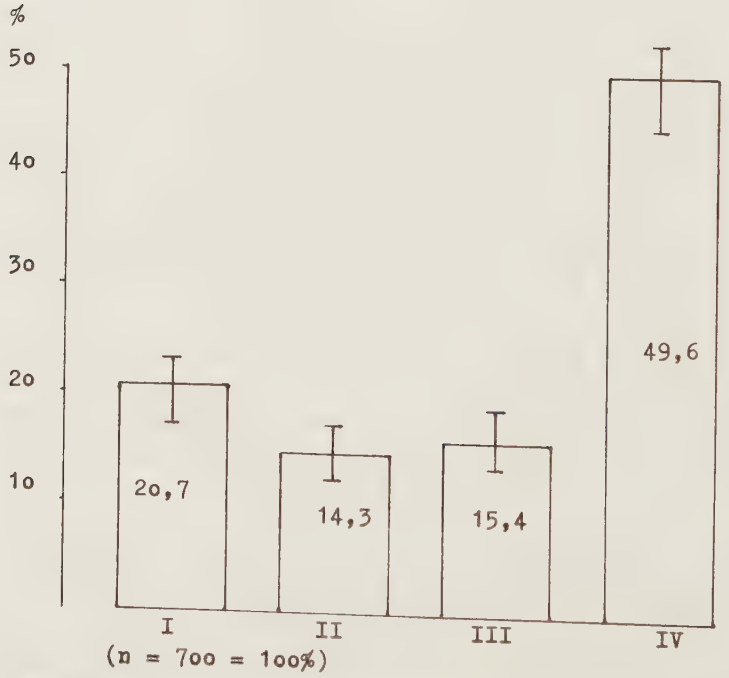


Abb. 3a
Verteilung der Patientengruppe auf nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten gebildete Teilkollektive (Gruppeneinteilung siehe 2.4.)

Mit familiärer Belastung				Ohne familiäre Belastung			
Gruppe	n	rel.%	95%-Vertr.Ber.	Gruppe	n	rel.%	95%-Vertr.Ber.
I	3o	39,o	28,1-5o,8	I	78	16,1	12,9-19,5
II	4	5,2	1,4-12,8	II	86	17,8	14,7-21,7
III	13	16,8	9,3-27,1	III	69	14,3	11,1-17,4
IV	3o	39,o	28,1-5o,8	IV	251	51,8	45,5-54,5
Gesamt	77	1oo,o			484	1oo,o	

Tab. 3b: Verteilung der Patientengruppe auf nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten gebildete Teilkollektive nach Aufspaltung der Patientengruppe in eine Gruppe mit und eine ohne familiäre Belastung

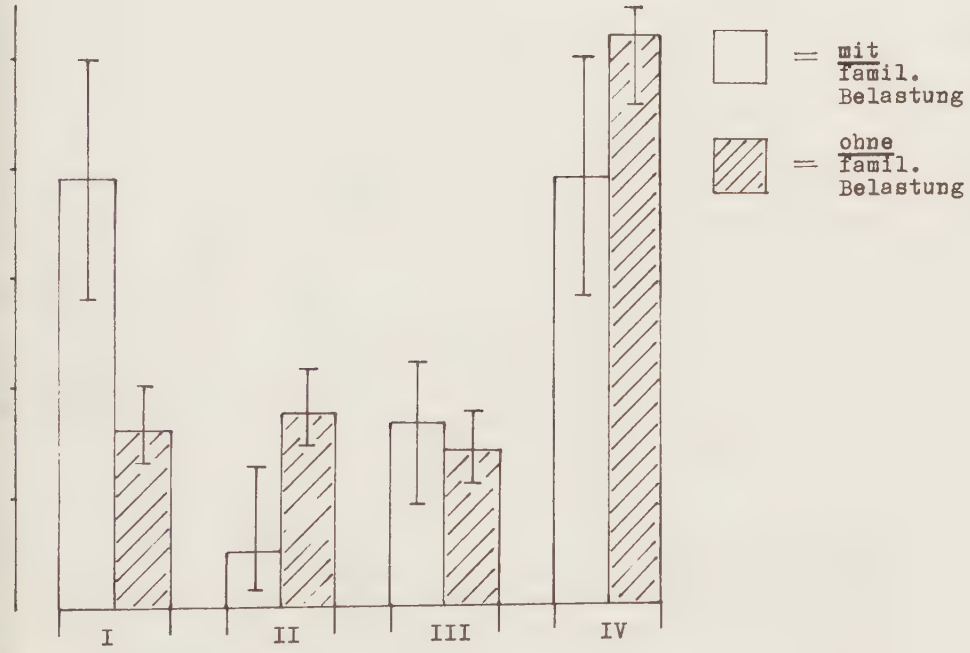


Abb. 3b Verteilung der Patientengruppe auf nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten gebildete Teilkollektive nach Aufspaltung der Patientengruppe in eine Gruppe mit und eine ohne familiäre Belastung

	M i t familiärer Belastung			O h n e familiäre Belast		
Gruppe	n	rel.%	95%-Vertr.Ber.	n	rel.%	95%-Vertr.
I	3o	2o,7	14,3- 28,4	78	53,8	45,7- 62,7
II	4	4,o	1,1- 9,3	86	86,o	77,6- 92,1
III	13	12,o	6,8- 2o,3	69	63,9	53,8- 72,9
IV	3o	8,6	5,7- 12,5	251	72,3	67,9- 78,2

Tab. 3c: Verteilung der Mitglieder der Patientengruppe mit un ohne familiäre Belastung auf nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten unterteilte Teilkollektive

Anmerkung zu Tab. 3c und Abb. 3c: Der bis zu 1oo% fehlende Prozentsatz in den einzelnen Gruppen entspricht dem Anteil der Patienten, über den keine Angaben zur familiäre Belastung vorlagen

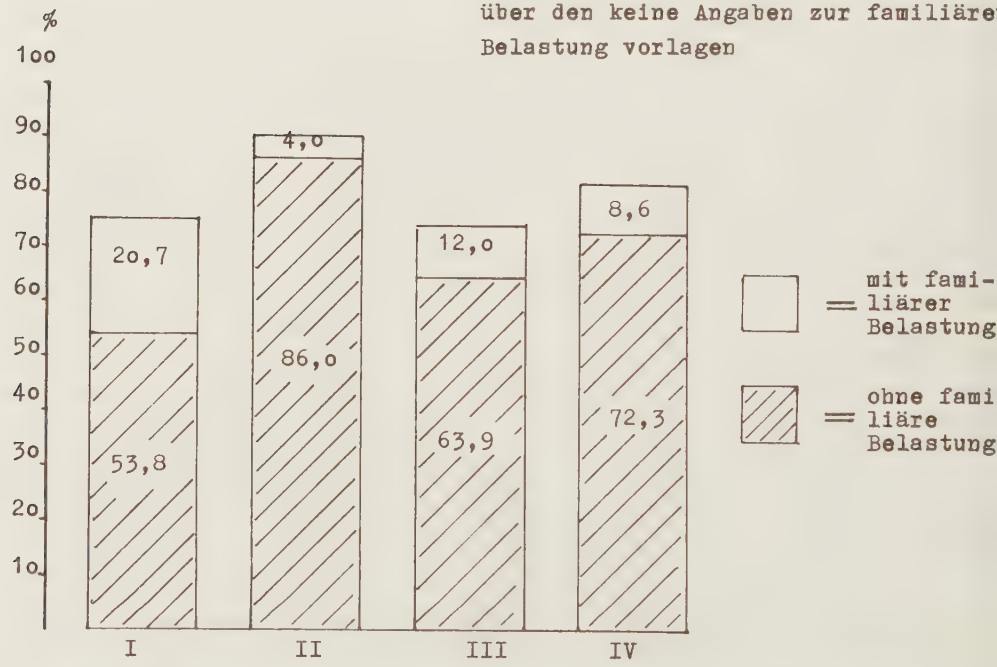


Abb. 3c:
Verteilung der Mitglieder der Patientengruppe mit und ohne familiäre Belastung auf nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten unterteilte Teilkollektive

3.3. Synchronisierungseffekte bei der Patienten- und Kontrollgruppe, aufgeschlüsselt nach dem Lebensalter

Um die Vielzahl der unter verschiedenen Stimulationsbedingungen erzielbaren Effekte hinsichtlich ihres Ausmaßes ungefähr erfassen zu können, wurde zunächst der Versuch gemacht, die Synchronisationsneigung durch Zählen und Summieren der erzielten positiven Effekte unter verschiedenen Bedingungen in eine grob orientierende, quantitative Relation zu bringen.
Da bei jedem Patienten und jeder Kontrollperson zum vollständigen Stimulationsprogramm die Darbietung der Frequenzen 5, 7, 1o, 12, 15 und 2o sowohl bei geschlossenen als auch bei offenen Augen gehört, ergeben sich daraus also: 6 x 2 = 12 Situationen (6 Frequenzen bei geschlossenen, 6 Frequenzen bei offenen Augen) und als weitere (13.) Bedingung die Stimulation mit Doppelblitzen bei geschlossenen Augen. Multipliziert man diese Zahl mit der Anzahl der Personen in einer Altersklasse, erhält man die für dieses Teilkollektiv maximal mögliche Anzahl unterschiedlicher Stimulationsbedingungen. Subtrahiert man von dieser Zahl die Stimulationsbedingungen, die aus irgendwelchen Gründen (z. B. einem vorzeitigen Abbruch der Photostimulation) nicht dargeboten wurden, erhält man die Anzahl der tatsächlich angebotenen Stimulationsbedingungen und damit die Anzahl der maximal möglichen positiven Stimulationseffekte (max. S. E.) für dieses Teilkollektiv. Da wir die S. E. nach verschiedenen Ausprägungsgraden differenziert haben (2.3.1.), teilt sich die Anzahl der S.E. in diese auf.
Jede Altersklasse der Patienten- und Kontrollgruppe, getrennt nach Geschlechtern, wurde unter diesen Gesichtspunkten untersucht. Tab. 4 gibt die Altersklassen der Patientengruppe, unterteilt in männliche und weibliche Gruppen, mit der darin enthaltenen Anzahl der Personen (n), ihren max. S.E., der absoluten Anzahl und der relativen Häufig-

keit der einzelnen Ausprägungsgrade mit dem 95%igen Vertr. Bereich wieder.
Stellt man diese Ergebnisse in einer Säulengraphik dar (Abb. 4), erkennt man mit dem Anstieg des Lebensalters deutlich eine fast stetige Zunahme der positiven S.E.

Tab. 4: Absolute und relative Häufigkeit der S. E. verschiedener Ausprägungsgrade in Abhängigkeit vom Lebensalter in der Patientengruppe

- bezogen auf die in den einzelnen Altersklassen maximal möglichen Synchronisierungseffekte -
- getrennt für Männer und Frauen -
- Klassenbreite: 1o Jahre -

Altersklassen	Max. mögl. S.E.	SE	n	rel. %	95%ig. Vertrauensbereich
o - 1o ♂ n = 3	38	o	27	71,o	54,1 - 84,6
		((+))	2	5,3	o,6 - 17,8
		(+)	5	13,2	4,4 - 28,1
		+	4	1o,5	2,9 - 24,8
♀ n = 3	29	o	18	62,1	42,3 - 79,3
		((+))	3	1o,3	2,2 - 27,4
		(+)	5	17,2	5,9 - 35,8
		+	3	1o,4	2,2 - 27,4
11-2o ♂ n = 16	2o8	o	98	47,1	38,o - 52,2
		((+))	34	16,3	12,1 - 23,o
		(+)	35	16,8	12,5 - 23,5
		+	41	19,8	15,2 - 26,8
♀ n = 23	276	o	127	46,o	41,7 - 54,4
		((+))	41	14,9	12,o - 21,6
		(+)	52	18,8	15,3 - 25,5
		+	56	2o,3	15,3 - 25,5
21-3o ♂ n = 138	1699	o	7o4	41,4	37,9 - 44,1
		((+))	263	15,5	12,8 - 18,4
		(+)	358	21,1	18,5 - 24,7
		+	374	22,o	19,5 - 24,7
♀ n = 95	1196	o	463	38,7	35,9 - 42,1
		((+))	18o	15,1	12,8 - 17,4
		(+)	267	22,3	19,5 - 24,7
		+	286	23,9	21,4 - 26,8
31-4o ♂ n = 117	1447	o	535	37,o	34,o - 4o,1
		((+))	218	15,1	12,8 - 17,4
		(+)	314	21,7	19,5 - 24,7
		+	38o	26,2	23,3 - 28,8
♀ n = 58	689	o	246	35,7	32,2 - 39,4
		((+))	1o1	14,7	11,8 - 17,1
		(+)	17o	24,7	21,2 - 27,6
		+	172	24,9	21,2 - 27,6

41-5o	♂ n = 77	969	o	336	34,7	31,3 - 37,7
			((+))	135	13,9	11,2 - 15,7
			(+)	2o8	21,5	18,5 - 23,9
			+	29o	29,9	25,9 - 32,o
	♀ n = 54	741	o	228	3o,8	25,6 - 34,7
			((+))	134	18,1	13,6 - 21,1
			(+)	174	23,5	18,9 - 27,2
			+	2o5	27,6	25,6 - 34,7
51-6o	♂ n = 42	513	o	17o	33,1	27,9 - 36,3
			((+))	88	17,2	12,9 - 19,5
			(+)	125	24,4	2o,3 - 28,o
			+	13o	25,3	2o,3 - 28,o
	♀ n = 4o	48o	o	2o2	42,1	37,6 - 47,5
			((+))	92	19,2	16,2 - 24,3
			(+)	1o9	22,7	18,5 - 26,9
			+	77	16,o	11,7 - 18,9
61-7o	♂ n = 13	155	o	65	41,9	33,4 - 47,7
			((+))	25	16,1	1o,6 - 22,9
			(+)	31	2o,o	13,9 - 27,3
			+	34	22,o	15,7 - 29,5
	♀ n = 12	147	o	38	25,9	18,1 - 33,o
			((+))	28	19,1	12,5 - 26,o
			(+)	36	24,5	17,5 - 32,3
			+	45	3o,5	22,6 - 38,3
71-)71	♂ n = 2	2o	o	2	1o,o	1,2 - 31,7
			((+))	4	2o,o	5,7 - 43,7
			(+)	5	25,o	8,7 - 45,1
			+	9	45,o	23,1 - 68,5
	♀ n = 4	39	o	9	23,1	11,1 - 39,3
			((+))	9	23,1	11,1 - 39,3
			(+)	9	23,1	11,1 - 39,3
			+	12	3o,7	17,o - 47,6

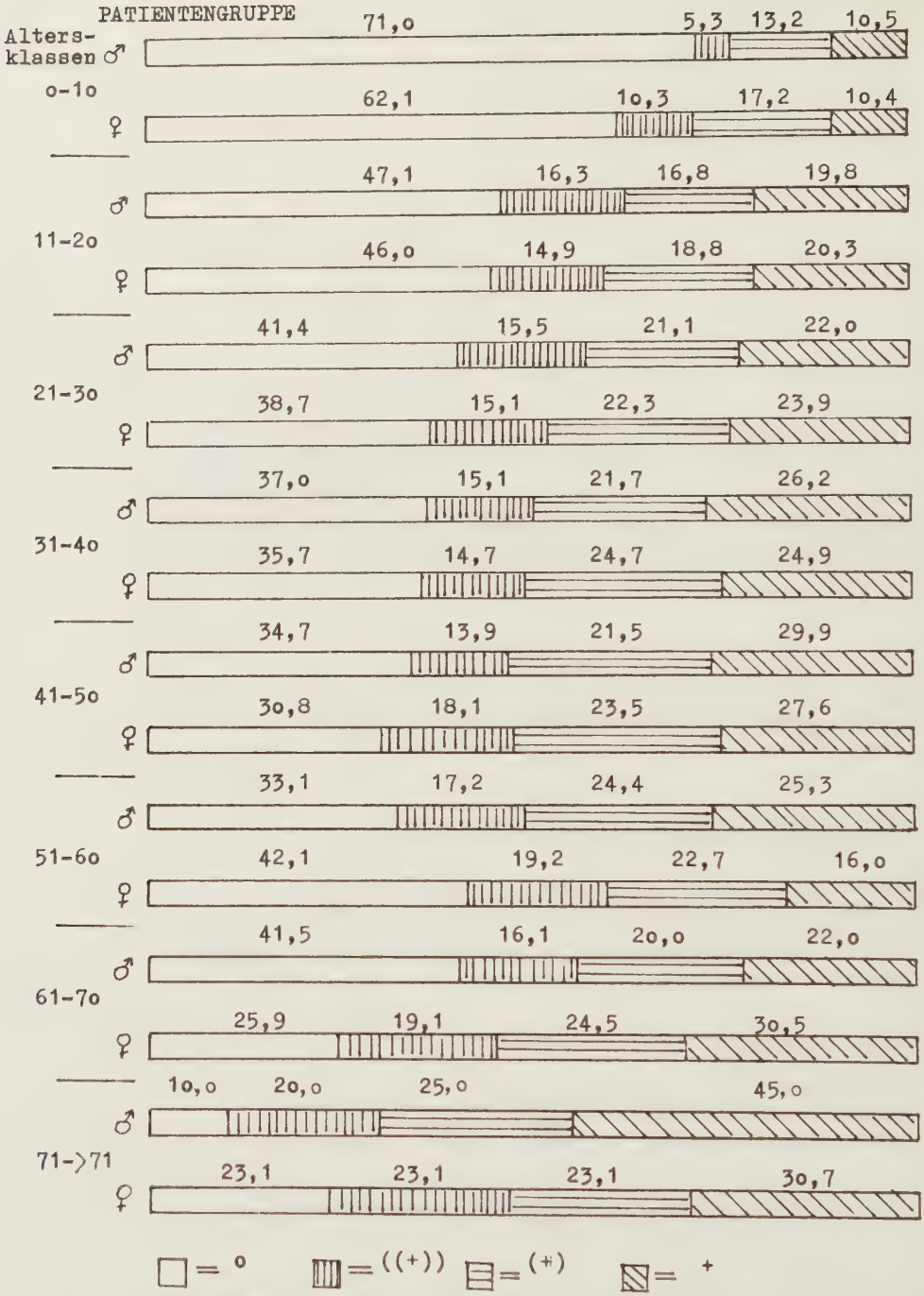


Abb. 4: Relative Häufigkeit der Synchronisierungseffekte verschiedener Ausprägungsgrade in Abhängigkeit vom Lebensalter in der Patientengruppe.
- bezogen auf die in den einzelnen Altersklassen maximal möglichen Synchronisierungseffekte -
- getrennt für Männer und Frauen -
- Klassenbreite: 1o Jahre -

Um die Veränderungen der relativen Häufigkeiten der einzelnen Ausprägungsgrade in den Altersklassen deutlicher zur Darstellung zu bringen, zeigt Abb. 5 a-d den Verlauf jedes Ausprägungsgrades, getrennt nach Geschlechtern, in Bezug zu jeder Altersklasse. Während bei den negativen, d. h. unter den gegebenen Ableitungsbedingungen nicht sichtbaren S. E. (Auspräg. grad = 0, Abb. 5a) eine deutliche Abnahme mit Anstieg des Lebensalters zu verzeichnen ist, zeigen die beiden schwach ausgeprägten S. E. (Abb. 5 b u. c) eine geringe Zunahme ihrer Häufigkeit. Bei Betrachtung des Verlaufs der gut ausgeprägten S. E. (Abb. 5 d) erkennt man eindeutig einen Anstieg mit zunehmendem Lebensalter.
Wesentliche oder systematische geschlechtsspezifische Unterschiede sind bei allen Ausprägungsgraden nicht sichtbar.

Tab. 5 tabelliert wie Tab. 4 die relative Häufigkeit der einzelnen Ausprägungsgrade in den Altersklassen in der Kontrollgruppe.
In Abb. 6 ist im Gegensatz zur Patientengruppe keine sichtbare, mit dem Lebensalter zusammenhängende Veränderung in Form einer Zu- oder Abnahme der positiven S. E. zu sehen.
Abb. 7 a-d veranschaulicht den Verlauf der einzelnen Ausprägungsgrade in den Altersklassen. Hier ist eine Interpretation einer Tendenz der S. E. nur schwer möglich. Ferner unterscheiden sich die Verläufe der S. E. der männlichen Probanden oft erheblich, aber nicht systematisch von denen der weiblichen Personen. Dies ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf die im Gegensatz zur Patientengruppe relativ kleinen Besetzungszahlen zurückzuführen.

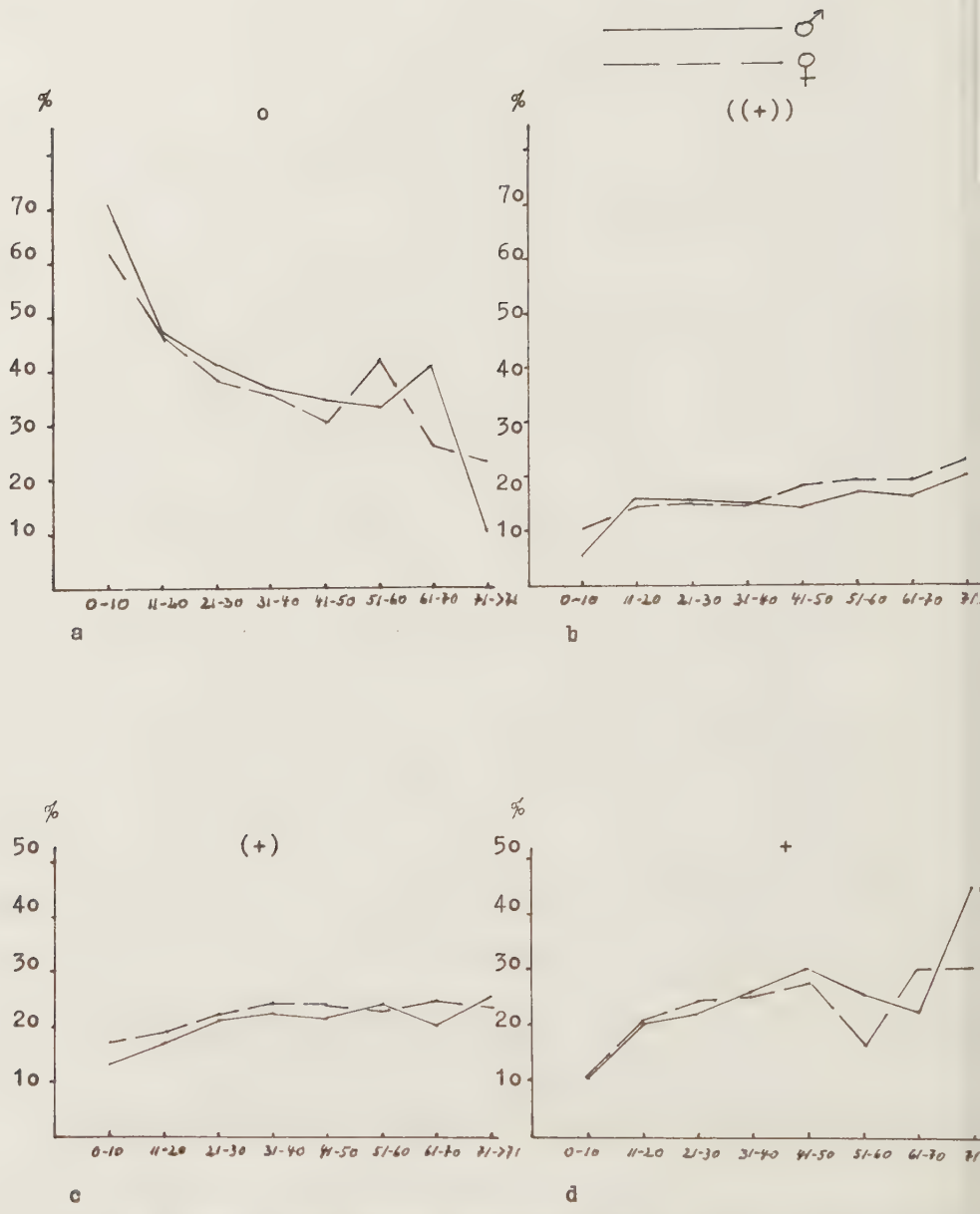


Abb.5: Relative Häufigkeit negativer (Abb.5a) und in drei Ausprägungsgrade unterteilter positiver S. E. (Abb. 5b-d) in Abhängigkeit vom Lebensalter in der Patientengruppe
- getrennt für Männer und Frauen -

Tab. 5: Absolute und relative Häufigkeit der Synchronisierungseffekte verschiedener Ausprägungsgrade in Abhängigkeit vom Lebensalter in der Kontrollgruppe,
- bezogen auf die in den einzelnen Altersklassen maximal möglichen Synchronisierungseffekte -
- getrennt für Männer und Frauen -
- Klassenbreite: 1o Jahre -

KONTROLLGRUPPE

Altersklassen		Max.mögl. S.E.	S.E.	n	rel. %	95%ig. Vertrauensbereich
11-2o	♂ n = 1	13	o	2	15,5	1,9 - 45,5
			(+)	5	38,4	13,9 - 68,4
			+	5	38,4	13,9 - 68,4
				1	7,7	o,2 - 36,o
	♀ n = 5	59	o	16	27,1	16,4 - 4o,3
			(+)	13	22,1	12,3 - 34,7
			+	14	23,7	13,6 - 36,6
				16	27,1	16,4 - 4o,3
21-3o	♂ n = 16	199	o	63	31,7	23,8 - 36,9
			(+)	24	12,o	7,9 - 17,4
			+	69	34,7	28,4 - 42,1
				43	21,6	16,o - 27,9
	♀ n = 33	413	o	119	28,8	23,2 - 32,2
			(+)	77	18,6	13,9 - 21,6
			+	1o6	25,7	2o,8 - 29,6
				111	26,9	2o,8 - 29,6
31-4o	♂ n = 15	186	o	67	36,o	28,6 - 45,o
			(+)	33	17,7	12,5 - 24,2
			+	5o	26,9	2o,4 - 33,8
				36	19,4	14,o - 26,o
	♀ n = 11	139	o	28	2o,1	13,8 - 27,6
			(+)	3o	21,6	15,o - 29,2
			+	51	36,7	28,5 - 45,o
				3o	21,6	15,o - 29,2
41-5o	♂ n = 5	6o	o	19	31,7	2o,3 - 45,o
			(+)	12	2o,o	1o,8 - 32,3
			+	19	31,7	2o,3 - 45,o
				1o	16,6	8,3 - 28,5
	♀ n = 9	114	o	3o	26,4	18,5 - 35,7
			(+)	11	9,6	4,4 - 16,1
			+	21	18,4	11,5 - 26,7
				52	45,6	36,o - 55,3
51-6o	♂ n = 3	38	o	12	31,6	17,5 - 48,7
			(+)	o	o	o,o - 9,3
			+	1	2,6	o,1 - 13,8
				25	65,8	48,7 - 8o,4
	♀ n = 2	25	o	9	36,o	18,o - 57,5
			(+)	4	16,o	4,5 - 36,1
			+	8	32,o	15,o - 53,5
				4	16,o	4,5 - 36,1

KONTROLLGRUPPE

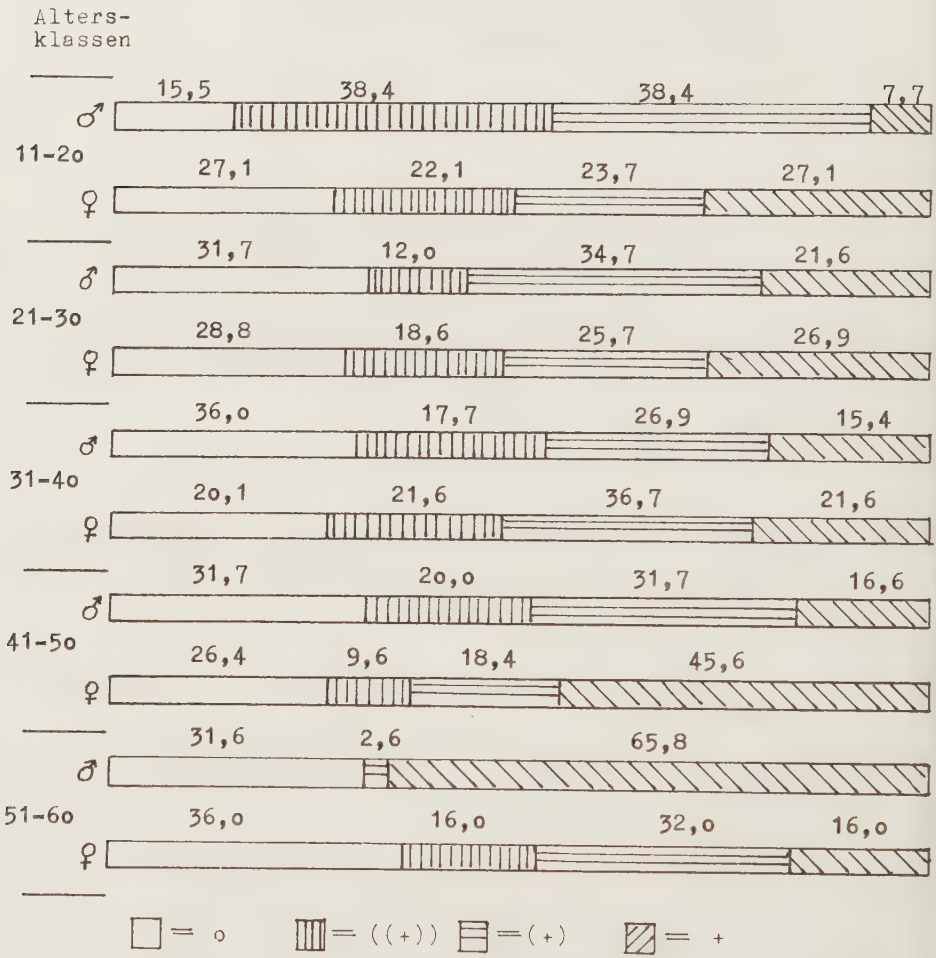


Abb. 6:

Relative Häufigkeit der Synchronisierungseffekte verschiedener Ausprägungsgrade in Abhängigkeit vom Lebensalter in der Kontrollgruppe,

- bezogen auf die in den einzelnen Altersklassen maximal möglichen Synchronisierungseffekte -
- getrennt für Männer und Frauen -
- Klassenbreite: 1o Jahre -

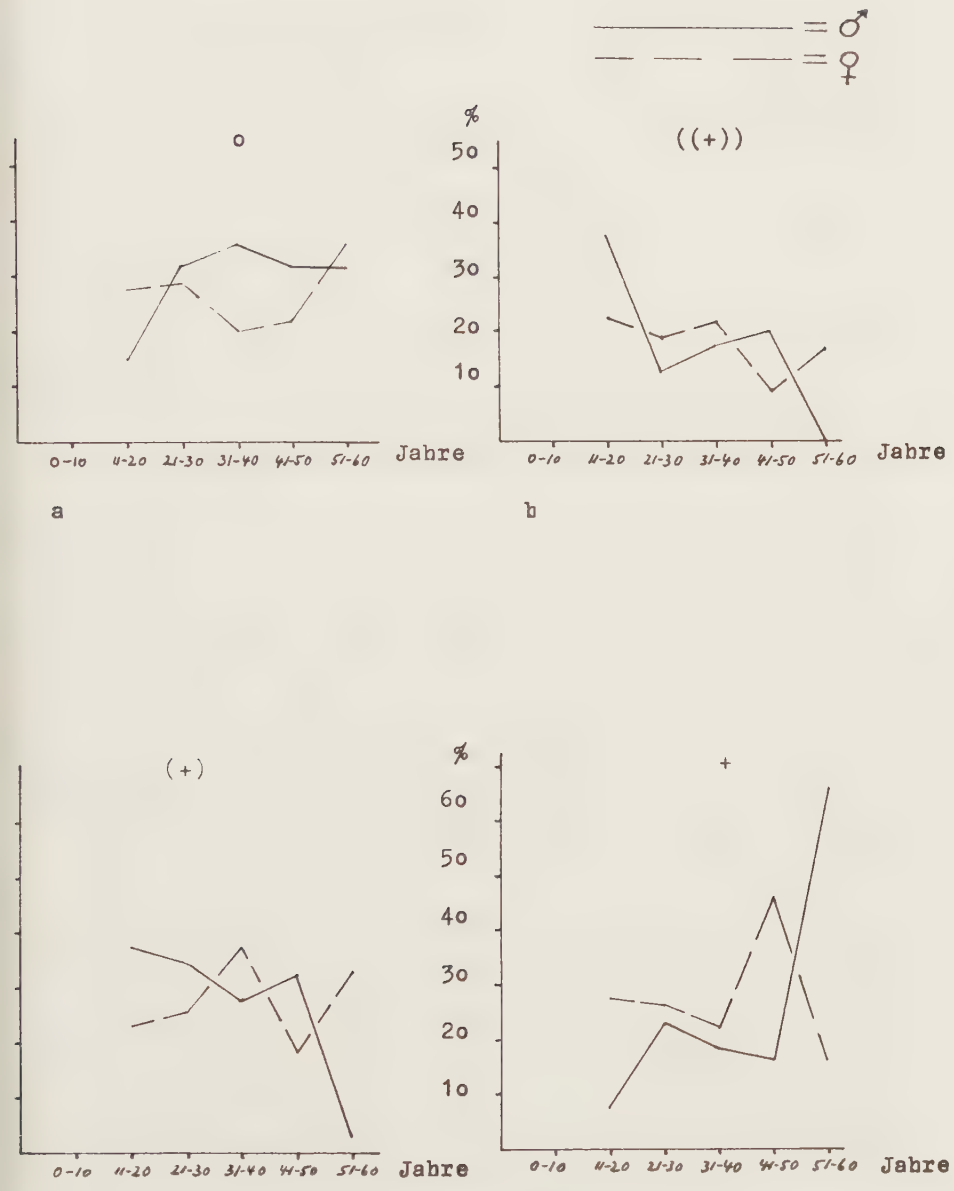


Abb. 7: Relative Häufigkeit negativer (Abb. 7a) und in drei Ausprägungsgrade unterteilter positiver S.E. (Abb.7b-d) in Abhängigkeit vom Lebensalter in der Kontrollgruppe
- getrennt für Männer und Frauen -

Zur besseren Beurteilung der Synchronisationsneigung faßten wir alle positiven S. E. (((+)), (+), +) zusammen (Tab. 6) und verglichen die Ergebnisse, nach Geschlechtern getrennt, bei der Patienten- und Kontrollgruppe in den einzelnen Altersklassen. Abb. 8 gibt die graphische Darstellung zur Tab. 6 wieder. Verfolgt man den Verlauf der Patientengruppe, verzeichnet man mit zunehmendem Lebensalter einen Anstieg der positiven S. E., der bei der männlichen Gruppe nur zwischen dem 61. und 7o. Lebensjahr, bei der weiblichen Gruppe nur zwischen dem 51. und 6o. Lebensjahr eine Unterbrechung zu erfahren scheint. Ferner fällt, mindestens bis zum 5o. Lebensjahr, ein fast identisches Verhalten der männlichen und der weiblichen Gruppe auf.
Die Kontrollgruppe dagegen zeigt im Gegensatz zu der Patientengruppe keinen Anstieg der Synchronisationsneigung mit dem Lebensalter, sondern eher eine geringe, wahrscheinlich nicht signifikante Abnahme. Verzichtet man auf die getrennte Behandlung von Männern und Frauen und vergleicht die Patienten- mit der Kontrollgruppe (Tab. 7), wird die in beiden Gruppen unterschiedliche Synchronisationsneigung mit dem Lebensalter deutlicher erkennbar (Abb. 9). Die Patientengruppe zeigt einen fast konstanten Anstieg, während die Kontrollgruppe weder eine Zunahme noch eine Abnahme erkennen läßt.
Außer diesem bei dieser Untersuchung im Vordergrund stehenden unterschiedlichen Verhalten von Patienten- und Kontrollgruppe in der Beziehung zum Lebensalter fällt gerade bei Betrachtung der Abb. 9 auf, daß die Kontrollgruppe in allen Altersklassen eine größere Häufigkeit der positiven S. E. aufweist, also besser synchronisiert als die Patientengruppe. Diese Differenz ist besonders deutlich ausgeprägt in den ersten beiden Altersklassen, d. h. bis zum 3o. Lebensjahr.
Die Untersuchung dieser unterschiedlichen Synchronisationsneigung von Patienten- und Kontrollgruppe wird in

Abschnitt 3.4. näher beschrieben.

Altersklassen		rel.%	95%-iger Vertr.Bereich	
o - 1o	♂	29,o	15,4 - 45,9	
	♀	37,9	2o,7 - 57,7	
11 - 2o	♂	52,9	42,9 - 57,1	
	♀	54,o	47,5 - 59,1	
21 - 3o	♂	58,6	55,6 - 62,1	
	♀	61,3	57,8 - 64,7	
31 - 4o	♂	63,o	6o,o - 67,1	
	♀	64,3	6o,6 - 67,8	PATIENTEN-GRUPPE
41 - 5o	♂	65,3	61,6 - 68,3	
	♀	69,2	66,5 - 73,4	
51 - 6o	♂	66,9	61,7 - 7o,1	
	♀	57,9	52,5 - 62,4	
61 - 7o	♂	58,1	49,7 - 65,9	
	♀	74,1	66,2 - 81,8	
71 ->71	♂	9o,o	68,3 - 98,8	
	♀	76,9	6o,7 - 88,9	
11 - 2o	♂	84,5	54,6 - 83,6	
	♀	72,9	59,7 - 83,6	
21 - 3o	♂	68,3	57,9 - 71,6	
	♀	71,2	65,2 - 74,4	
31 - 4o	♂	64,o	57,1 - 72,9	
	♀	79,9	71,7 - 86,7	KONTROLL-GRUPPE
41 - 5o	♂	68,3	55,o - 79,7	
	♀	73,6	64,4 - 81,5	
51 - 6o	♂	68,4	51,4 - 82,5	
	♀	64,o	42,5 - 82,o	

Tab.6 Relative Häufigkeit sämtlicher positiver Synchronisierungseffekte in Abhängigkeit vom Lebensalter in der Patienten- und in der Kontrollgruppe
- getrennt für Männer und Frauen -
- Klassenbreite: 1o Jahre -

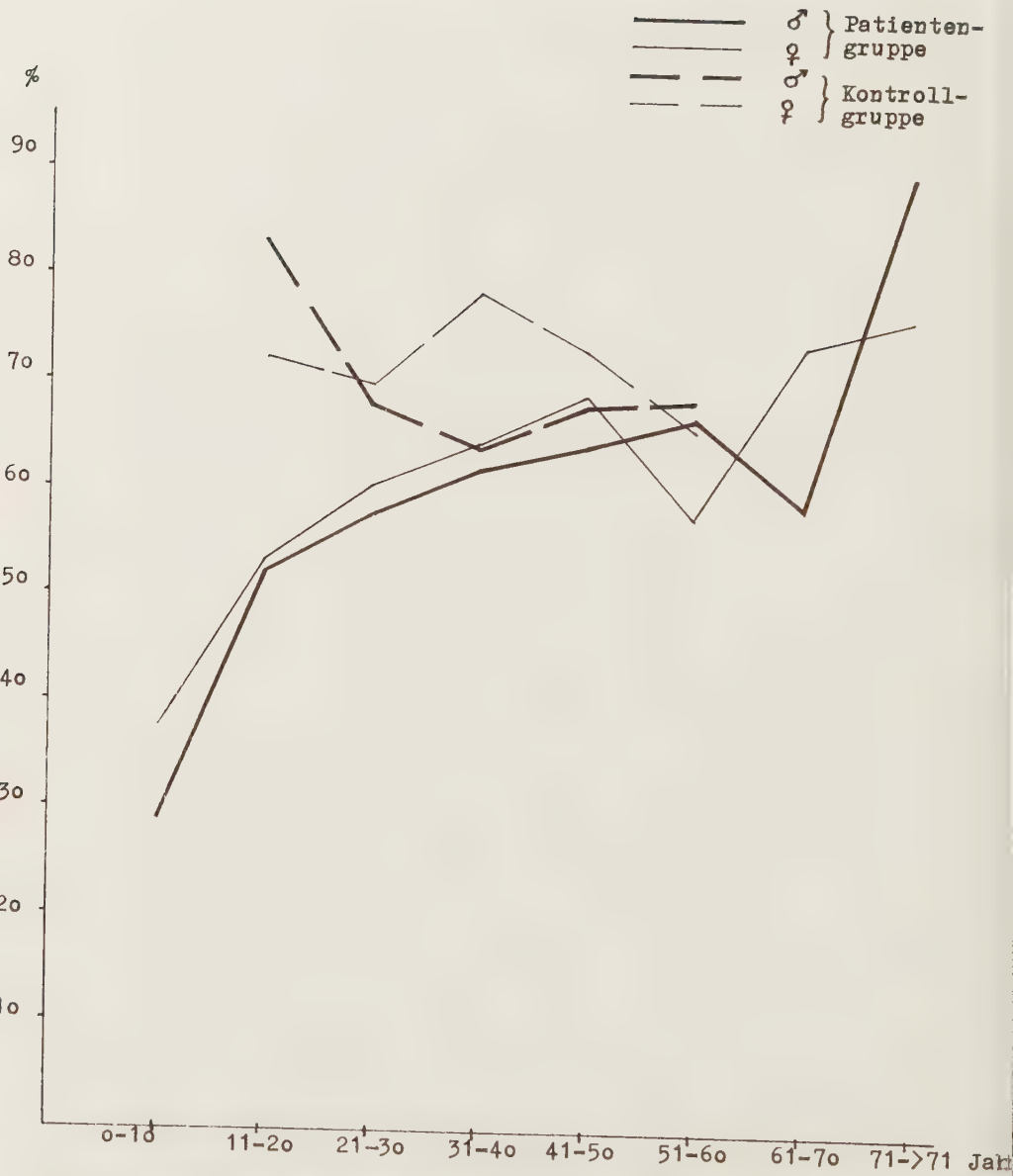


Abb. 8: Relative Häufigkeit sämtlicher positiver Synchronisierungseffekte in Abhängigkeit vom Lebensalter in der Patienten- und in der Kontrollgruppe
- getrennt für Männer und Frauen -
- Klassenbreite: 1o Jahre -

	PATIENTENGRUPPE		KONTROLLGRUPPE	
Alters-klassen	rel.%	95%-iger Vertr.ber.	rel.%	95%-iger Vertr.ber.
o - 1o	32,8	21,9 - 45,4		
11 - 2o	53,5	49,5 - 58,4	75,o	63,4 - 84,5
21 - 3o	59,7	56,7 - 63,2	7o,3	66,2 - 73,6
31 - 4o	63,4	6o,3 - 67,1	7o,8	64,5 - 75,1
41 - 5o	67,o	64,1 - 7o,7	71,8	62,4 - 78,1
51 - 6o	62,5	59,o - 65,9	66,7	53,7 - 78,1
61 - 7o	65,9	57,6 - 68,8		
71 ->71	81,4 -	69,1 - 9o,3		

Tab 7

Relative Häufigkeit sämtlicher positiver Synchronisierungseffekte in Abhängigkeit vom Lebensalter in der Patienten- und in der Kontrollgruppe
- gemeinsam für Männer und Frauen -
- Klassenbreite: 1o Jahre -

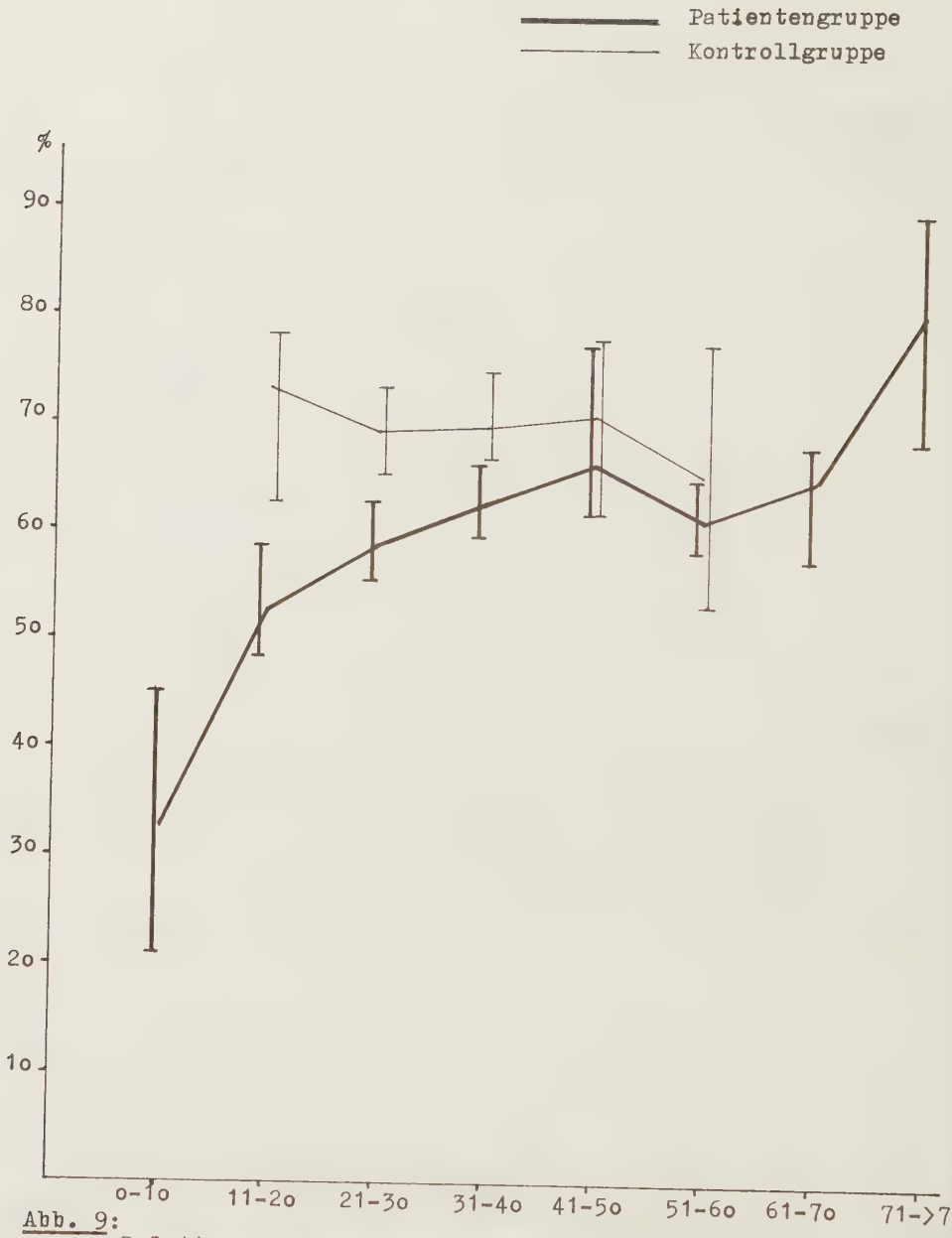


Abb. 9:
Relative Häufigkeit sämtlicher positiven Synchr.effekte in Abhängigkeit vom Lebensalter in der Patienten- und in der Kontrollgruppe
- gemeinsam für Männer und Frauen -
- Klassenbreite: 10 Jahre -

3.3.1. Statistische Methoden

Zur Untersuchung der Altersabhängigkeit der Synchronisationsneigung wurde die Korrelations- und Regressionsrechnung herangezogen (vergl. SACHS 1971, CAMPBELL 1971).
Zunächst berechneten wir für jeden Patienten die mittlere Synchronisationsneigung: jeder Ausprägungsgrad der S. E. einer Person wurde durch eine Wertigkeit ausgedrückt (O = o, ((+)) = 1, (+) = 2, + = 3). Die Summe dieser Wertigkeiten eines Patienten, dividiert durch die 12 Stimulationsbedingungen (6 Frequenzen bei geschlossenen, 6 Frequenzen bei offenen Augen), ergab den Mittelwert der Synchronisation dieses Patienten, dessen maximal möglicher Wert 3 betrug.
Bezeichnet man die mittlere Synchronisationsneigung eines Patienten mit y und das Alter mit x, versucht man, den Zusammenhang zwischen x und y durch die lineare Beziehung

$$y = a + bx$$

auszudrücken. y ist dabei die mittlere Synchronisationsneigung aller Patienten, die genau x Jahre alt sind. Das konstante Glied a ist die (fiktive) Synchronisationsneigung bei x = O Jahre. Der Regressionskoeffizient b bezeichnet den Anstieg der Kurve, d. h. die Änderung der Synchronisationsneigung pro Lebensjahr. b berechnet sich aus der Stichprobe von n Patienten nach der Formel:

$$b = \frac{\sum (x_k - \bar{x})(y_k - \bar{y})}{\sum (x_k - \bar{x})^2}$$

x_k , y_k sind die Werte des k-ten Patienten, $\bar{x}$ und $\bar{y}$ die Mittelwerte von Lebensalter und Synchronisationsneigung der gesamten Stichprobe.

Das konstante Glied ist

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Wäre b = 0, verliefe die Regressionsgerade parallel zur x-Achse. Dies bedeutete, daß es keine Abhängigkeit der Synchronisationsneigung vom Alter gäbe. Wie sich zeigen wird, ist die Streuung der Einzelwerte um die Regressionsgerade so groß, daß es optisch nicht möglich ist, zwischen der Nullhypothese b = 0 und der Gegenhypothese $b \neq 0$ zu unterscheiden (Abb.10).
Daher benötigen wir einen statistischen Test. Die Größe

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

hat unter der Nullhypothese Students t-Verteilung für n-2 Freiheitsgrade. Dabei ist r der Korrelationskoeffizient

$$r = \frac{\sum (x_K - \bar{x})\,(y_K - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_K - \bar{x})^2 \;\; \sum (y_K - \bar{y})^2}}$$

Für unsere Untersuchung ergab sich:

$$a = 0{,}544,\quad b = 0{,}02.$$

Somit lautet die Gleichung der Regressionsgeraden:

$$y = 0{,}544 + 0{,}02\,x.$$

Bei unseren Berechnungen kamen wir zu dem Ergebnis, daß die Nullhypothese verworfen werden kann und b mit 0,02 signifikant grösser als Null ist. Der Korrelationskoeffizient r beträgt 0,418, t = 12,2.
Der Korrelationskoeffizient r hat noch eine andere Bedeutung: bezeichnen wir mit σ_y die Standardabweichung der Synchronisationsneigung, so ist die Standardabweichung um die Regressionsgerade gleich

$$\sigma_y\sqrt{1-r^2}.$$

Ein betragsmäßig kleines r deutet somit auf eine große Streuung um die Regressionsgerade hin. Tatsächlich ist r in unseren Fällen klein. Das bedeutet: es gibt zwar eine Alters-

abhängigkeit der Synchronisationsneigung, sie wird aber durch eine erhebliche individuelle Variabilität überlagert.
Die Berechnungen mußten wegen ihres Umfangs mittels eines Computers durchgeführt werden. Wir benutzten ein Programm des Institutes für medizinische Statistik der Universität Marburg/L. für die hiesige Universitäts-Rechenanlage (TR 44o).

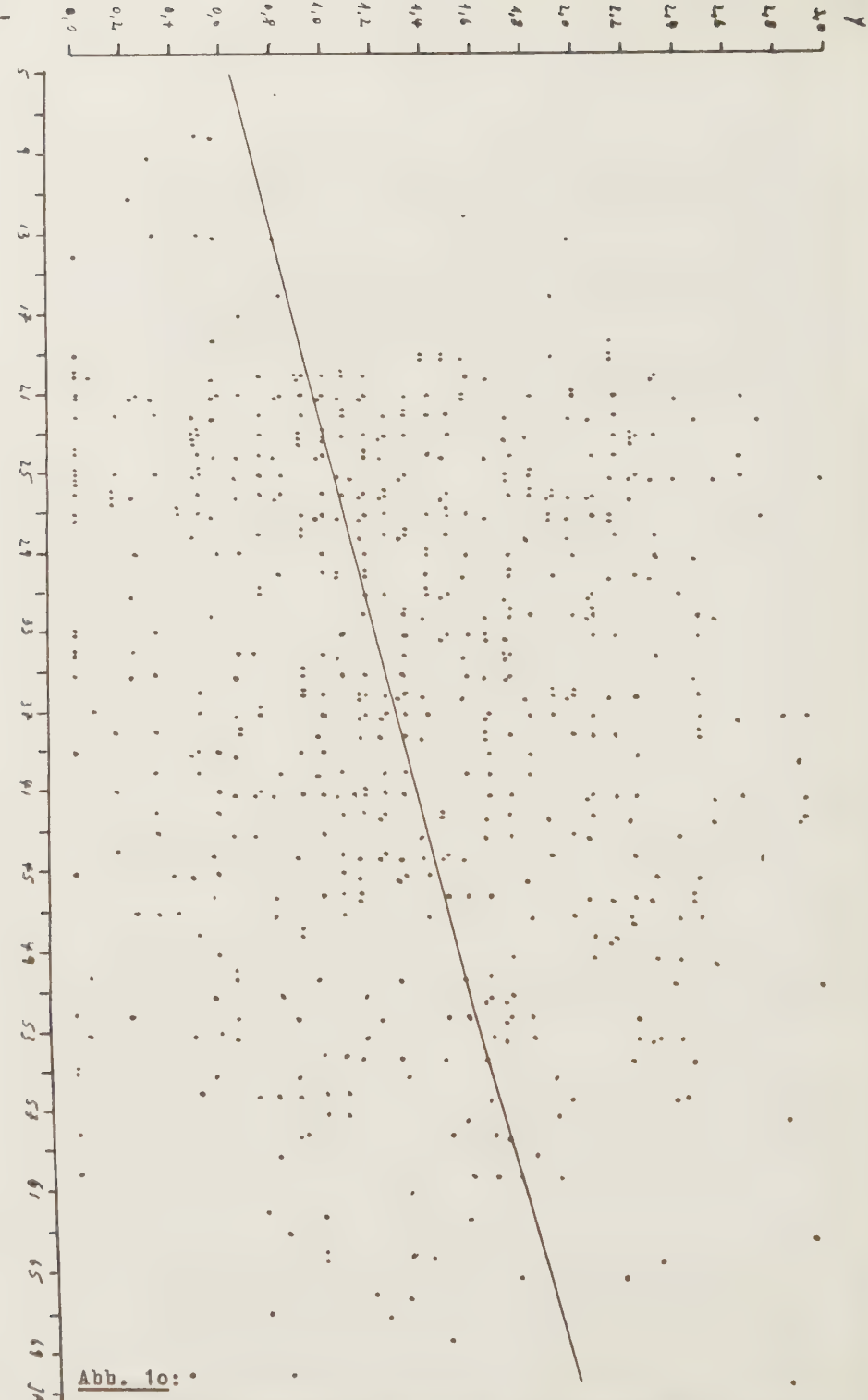


Abb. 1o:

x Mittlere Synchronisationsneigung der Patienten in Abhängigkeit vom Lebensalter und die daraus ermittelte Regressionsgerade

3.4. Allgemeine Synchronisationsneigung von Patienten- und Kontrollgruppe

Um eine unabhängig vom Lebensalter bestehende Differenz der Synchronisationsneigung von Patienten- und Kontrollgruppe beurteilen zu können, addierten wir die Anzahl der Männer und die der Frauen aller Altersklassen und ebenso die diesen beiden Gruppen zugehörigen max. S. E. und errechneten für die Patienten- und die Kontrollgruppe die Häufigkeit der Ausprägungsgrade (Tab. 8). In der dazugehörigen Säulengraphik (Abb. 11) erkennt man, daß bei den Patienten in allen Ausprägungsgraden keine geschlechtsspezifischen Unterschiede vorliegen, während bei der Kontrollgruppe geringe, wahrscheinlich durch die geringe Zahl bedingte Differenzen erscheinen.
Bei der Zusammenfassung der männlichen und weiblichen Probanden und deren S. E. erzielt die Patientengruppe mit dem Zusammenschluß aller positiven S. E. eine Häufigkeit von 62,2%, während die Kontrollgruppe hierbei eine Häufigkeit von 7o,7% erreicht (Tab. 9, Abb. 12). Das bedeutet, daß die Kontrollgruppe relativ mehr S. E. aufweist, also eine größere Synchronisationsneigung besitzt als die Patientengruppe.

PATIENTENGRUPPE	max. S.E.		n	rel.%	95%-ig. Vertr.Ber.
♂ Ges. n=4o8	5o49	o	1937	38,4	35,o - 41,1
		((+))	769	15,2	12,8 - 17,4
		(+)	1o81	21,4	18,5 - 23,7
		+	1262	25,o	22,4 - 27,8
♀ Ges. n=292	3597	o	1331	37,o	34,o - 4o,1
		((+))	588	16,3	13,8 - 18,4
		(+)	822	22,9	19,4 - 24,7
		+	856	23,8	21,4 - 26,8

KONTROLLGRUPPE	max. S.E.		n	rel.%	95%-ig. Vertr.Ber.
♂ Ges. n= 4o	496	o	163	32,9	27,9 - 36,3
		((+))	74	14,9	11,1 - 17,4
		(+)	144	29,o	24,1 - 32,2
		+	115	23,2	18,5 - 25,9
♀ Ges. n= 6o	75o	o	2o2	26,9	22,5 - 29,1
		((+))	135	18,o	14,4 - 2o,2
		(+)	2oo	26,7	22,5 - 29,1
		+	213	28,4	23,9 - 3o,6

Tab. 8: Absolute und relative Häufigkeit der negativen und in drei Ausprägungsgraden unterteilten positiven Synchronisierungseffekte in der Patienten- und in der Kontrollgruppe
- getrennt für Männer und Frauen -

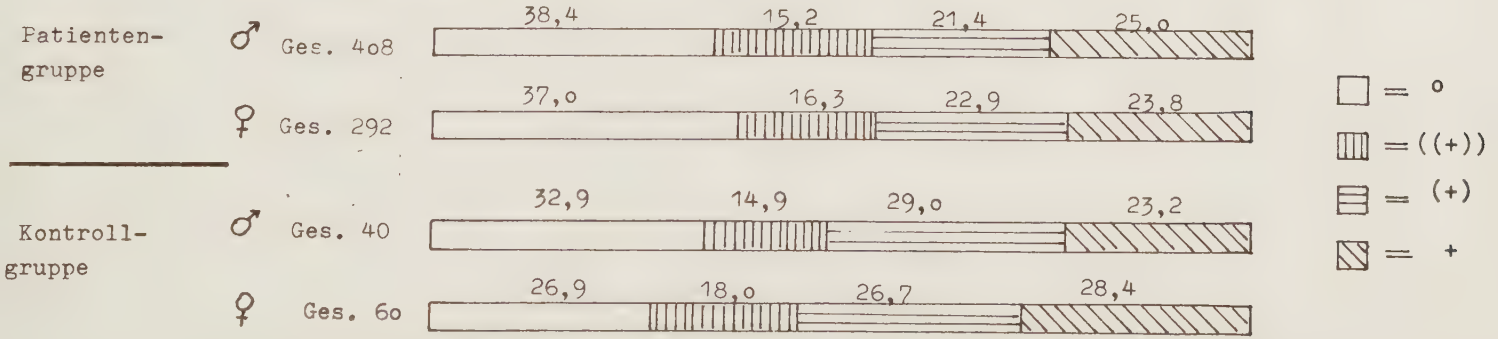


Abb. 11: Relative Häufigkeit der negativen und in drei Ausprägungsgraden unterteilten positiven Synchronisierungseffekte in der Patienten- und in der Kontrollgruppe

	n	max.S.E.	n(pos.S.E.)	rel.%	95%-Vertr.Ber.
Patientengr.	7oo	8646	5378	62,2	59,o - 65,9
Kontrollgr.	1oo	1246	881	7o,7	67,9 - 74,8

Tab. 9: Absolute und relative Häufigkeit sämtlicher positiven S. E. in der Patienten- und Kontrollgruppe
- gemeinsam für Männer und Frauen -

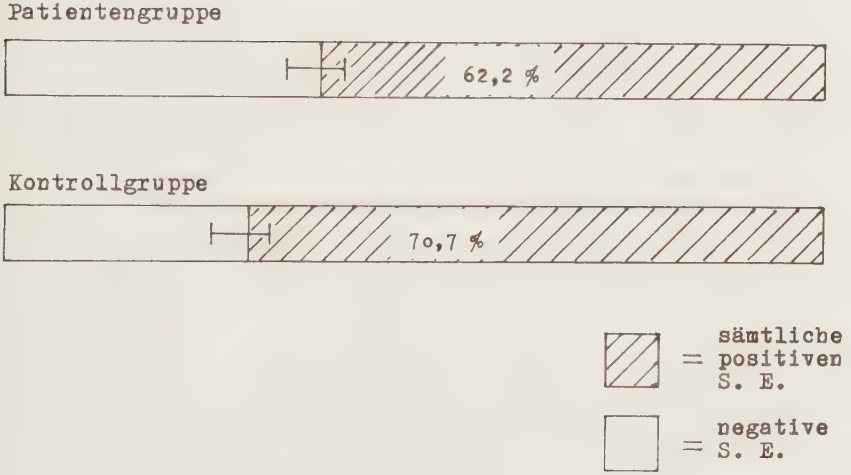


Abb. 12: Relative Häufigkeit aller positiven S. E. in der Patienten- und Kontrollgruppe
- gemeinsam für Männer und Frauen -

3.5. Beziehung zwischen S. E. und den einzelnen Stimulationsbedingungen in der Patienten- und Kontrollgruppe

In diesem Kapitel soll die Beziehung zwischen den einzelnen Stimulationsfrequenzen bzw. -bedingungen und dem Auftreten von S. E. untersucht werden.
Zunächst berechneten wir aus der Patientengruppe für die bei geschlossenen Augen dargebotenen Stimuli (5, 7, 1o, 12, 15, 2o Hz, Doppelblitze), für Männer und Frauen getrennt, die relative Häufigkeit der nach ihren Ausprägungsgraden aufgeschlüsselten S. E. (Tab. 1o). Tab. 11 gibt die Ergebnisse für die bei offenen Augen dargebotenen Stimuli (5, 7, 1o, 12, 15, 2o Hz) wieder. Abb. 13 a-d stellt in Form von Kurvenzügen die relative Häufigkeit negativer und positiver Stimulationsantworten in Abhängigkeit von dem verwendeten Stimulus dar, und zwar getrennt für Männer und Frauen und für geschlossene und offene Augen. Die negativen bzw. nicht sichtbaren S. E. lassen deutlich eine Abnahme ihrer Häufigkeit bis zur Frequenz 1o verzeichnen, um dann wieder anzusteigen (Abb. 13a); zwischen Männern und Frauen sowie geöffneten und geschlossenen Augen sind keine wesentlichen Unterschiede sichtbar. Die gering ausgeprägten S. E. (Abb. 13b) lassen in ihrem Verlauf noch eine Vertiefung in den mittleren Frequenzen in Form eines Tales erkennen, während die mäßig ausgeprägten S. E. (Abb. 13c) schon einen Anstieg im mittleren Frequenzbereich aufweisen. Bei Betrachtung der gut ausgeprägten S. E. (Abb. 13d) zeigt ihr Verlauf eine deutliche Zunahme ihrer Häufigkeit mit einem Gipfel bei der Frequenz 1o Hz. Wie bei den negativen, so ist auch bei den positiven S. E. kein wesentlicher Unterschied zwischen Männern und Frauen und geschlossenen und offenen Augen erkennbar.

In der gleichen Weise untersuchten wir die S. E. bei

der Kontrollgruppe (Tab. 12 u. 13 mit Abb. 14 a-d). Zwar sieht man wie bei der Patientengruppe bei dem Verlauf der negativen S. E. einen Abfall der Kurvenzüge in dem mittleren Frequenzbereich, und bei den gut ausgeprägten S. E. (Abb. 14d) erkennt man bei drei Kurvenverläufen Gipfel in den mittleren Frequenzen, jedoch werden zwischen den Teilbedingungen Az und Aa und den männlichen und weiblichen Gruppen gewisse Unterschiede sichtbar, durch die eine einheitliche Tendenz der Kurvenzüge der verschiedenen S. E. nicht zum Ausdruck gebracht werden kann. Diese Unterschiede sind aber - wahrscheinlich wegen der relativ geringen Anzahl der Kontrollpersonen - nicht systematisch und erlauben somit keine weitere Interpretation.
Bei der Zusammenfassung aller positiven S. E. und der Darstellung ihrer relativen Häufigkeit in Abhängigkeit von den Stimulationsfrequenzen (Tab. 14 mit Abb. 15) zeigt sich sowohl bei Männern als auch bei Frauen und bei geschlossenen und offenen Augen ein fast identisches Ergebnis, das einen Gipfel der Synchronisationsneigung bei Frequenz 1o Hz erkennen läßt.
Bei einer gleichartigen Darstellung der in der Kontrollgruppe gewonnenen Ergebnisse (Tab. 15 mit Abb. 15) zeigt sich ein ähnlicher, allerdings etwas uneinheitlicher Kurvenverlauf mit einem nach 12 - 15 Hz verschobenen Maximum der Synchronisationsneigung.
Tab. 16 und Abb. 16 stellen die relative Häufigkeit positiver S. E. als Funktion der Stimulationsfrequenz nur noch in den Teilbedingungen Az und Aa getrennt für die Patienten- und Kontrollgruppe dar, während auf eine gesonderte Darstellung der bei Männern und Frauen erhobenen Ergebnisse verzichtet wurde. Dadurch kommt der gegenüber der Patientengruppe in höhere Frequenzen verschobene Gipfel der Synchronisationsneigung in der Kontrollgruppe deutlicher zur Darstellung. Zwischen den Teilbedingungen Az und Aa ergeben sich in der Patien-

tengruppe geringe, jedoch nicht systematische Differenzen, während in der Kontrollgruppe die Stimulation bei geschlossenen Augen zwar etwas häufiger zu S. E. zu führen scheint, jedoch sind diese Unterschiede sehr gering und statistisch nicht zu sichern.
Daraufhin wurde auch auf eine getrennte Darstellung der bei geschlossenen und geöffneten Augen gewonnenen Ergebnisse verzichtet und nur noch zwischen Patienten- und Kontrollgruppe unterschieden (Tab. 17a und Abb. 17). Zu der relativen Häufigkeit der in den einzelnen Stimulationsfrequenzen erzielten positiven S. E. zeigt Abb. 17 jetzt auch die 95%-Vertrauensbereiche der Binominalverteilung. Dabei wird deutlich, daß sich diese "Vertrauensbereiche" nur in einer Frequenz (1o Hz) erheblich und im übrigen gar nicht oder gering überschneiden. Dementsprechend zeigt auch eine mit Hilfe des χ^2-Tests durchgeführte Signifikanzberechnung (Tab. 17b) für die Frequenzen 5, 7, 1o, 12, 15 und 2o Hz teils auf dem 5 %, teils auf dem 1 % Niveau liegende signifikante Unterschiede. Ferner wird aus Abb. 17 erneut der Gipfel des Synchronisationsverhaltens sichtbar, der sich in der Patientengruppe bei der Frequenz 1o Hz und in der Kontrollgruppe von 12-15 Hz manifestiert.

♂ = 408 ♀ = 292		n	S.E.	rel.%	95% Vertrauens-bereich
5	♂	402	o	54,5	47,5 - 57,5
			(+)	17,2	11,7 - 18,9
			(+)	15,7	11,7 - 18,9
			+	12,7	9,4 - 16,2
	♀	290	o	49,o	41,7 - 54,4
			(+)	16,9	12,4 - 22,o
			(+)	16,9	12,4 - 22,o
			+	17,2	12,8 - 22,5
7	♂	405	o	44,7	37,6 - 47,5
			(+)	17,5	13,9 - 21,6
			(+)	21,o	16,2 - 24,3
			+	16,8	11,7 - 18,9
	♀	291	o	39,9	3o,1 - 42,3
			(+)	17,9	13,1 - 22,9
			(+)	22,3	15,2 - 25,5
			+	19,9	14,9 - 25,1
1o	♂	407	o	21,4	16,2 - 24,3
			(+)	7,9	5,3 - 1o,8
			(+)	23,6	18,5 - 26,9
			+	47,2	4o,1 - 5o,o
	♀	289	o	22,8	18,9 - 25,8
			(+)	13,8	9,6 - 18,5
			(+)	26,6	22,6 - 34,o
			+	36,7	3o,1 - 42,3
12	♂	401	o	26,2	2o,8 - 29,6
			(+)	9,o	6,4 - 12,3
			(+)	23,4	18,5 - 26,9
			+	41,4	35,2 - 45,o
	♀	282	o	28,4	22,6 - 34,o
			(+)	1o,3	6,6 - 14,4
			(+)	23,8	18,9 - 29,8
			+	37,6	3o,1 - 42,3
15	♂	395	o	39,5	35,2 - 45,o
			(+)	15,4	11,7 - 18,9
			(+)	21,8	16,2 - 24,3
			+	23,3	18,5 - 26,9
	♀	285	o	37,9	3o,1 - 42,3
			(+)	14,7	12,8 - 22,5
			(+)	19,3	14,5 - 24,7
			+	28,1	22,6 - 34,o
2o	♂	388	o	55,9	5o,o - 59,9
			(+)	17,3	13,9 - 21,6
			(+)	18,3	13,9 - 21,6
			+	8,5	6,o - 11,7
	♀	276	o	54,7	49,6 - 62,2
			(+)	15,9	11,3 - 2o,7
			(+)	18,5	13,8 - 23,8
			+	1o,9	7,2 - 15,3
D	♂	286	o	4o,9	33,9 - 46,4
			(+)	23,4	18,9 - 29,8
			(+)	22,7	18,9 - 29,8
			+	12,9	8,9 - 17,6
	♀	21o	o	34,3	28,4 - 42,1
			(+)	17,1	12,1 - 23,o
			(+)	25,2	19,2 - 31,6
			+	23,3	17,4 - 29,5

Tab. 1o: Relative Häufigkeit der negativen und in drei Ausprägungsgraden unterteilten positiven S.E. in Abhängigkeit von den Stimulationsbedingungen in der Patientengruppe - bei geschlossenen Augen - getrennt für Männer und Frauen - D = Doppelblitze -

♂ = 408 ♀ = 292		n	S.E.	rel.%	95% Vertrauens-bereich
5	♂	398	o	45,5	4o,1 - 5o,o
			((+))	15,3	11,7 - 18,9
			(+)	19,1	13,9 - 21,6
			+	2o,1	16,2 - 24,3
	♀	287	o	42,5	33,9 - 46,4
			((+))	19,9	14,9 - 25,1
			(+)	18,8	14,2 - 24,2
			+	18,8	14,2 - 24,2
7	♂	4oo	o	37,o	3o,3 - 39,9
			((+))	13,5	9,4 - 16,2
			(+)	23,o	18,5 - 26,9
			+	26,5	2o,8 - 29,6
	♀	287	o	3o,o	22,6 - 34,o
			((+))	15,3	11,o - 2o,3
			(+)	26,5	18,9 - 29,8
			+	28,2	22,6 - 34,o
1o	♂	4o1	o	2o,2	16,2 - 24,3
			((+))	11,2	8,1 - 14,5
			(+)	27,4	23,2 - 32,2
			+	41,1	35,2 - 45,o
	♀	282	o	24,8	18,9 - 29,8
			((+))	11,o	7,2 - 15,3
			(+)	28,4	22,6 - 34,o
			+	35,8	3o,1 - 42,3
12	♂	395	o	26,3	2o,8 - 29,6
			((+))	12,2	9,o - 15,6
			(+)	26,1	2o,8 - 29,6
			+	35,4	3o,3 - 39,9
	♀	278	o	3o,2	26,3 - 38,2
			((+))	16,9	12,4 - 22,o
			(+)	29,1	22,6 - 34,o
			+	23,7	18,9 - 29,8
15	♂	392	o	34,9	3o,3 - 39,9
			((+))	2o,4	16,2 - 24,3
			(+)	22,7	18,5 - 26,9
			+	21,9	16,2 - 24,3
	♀	28o	o	36,1	3o,1 - 42,3
			((+))	21,1	15,2 - 25,5
			(+)	25,4	18,9 - 29,8
			+	17,5	12,8 - 22,5
2o	♂	38o	o	53,9	47,5 - 57,5
			((+))	2o,5	16,2 - 24,3
			(+)	13,4	9,4 - 16,2
			+	12,1	9,o - 15,6
	♀	273	o	49,8	41,7 - 54,4
			((+))	21,2	15,2 - 25,5
			(+)	19,o	14,5 - 24,7
			+	9,9	6,6 - 14,4

Tab. 11:

Relative Häufigkeit der negativen und in drei Ausprägungsgraden unterteilten positiven S. E. in Abhängigkeit von den Stimulationsbedingungen in der Patientengruppe
- bei geöffneten Augen -
- getrennt für Männer und Frauen -

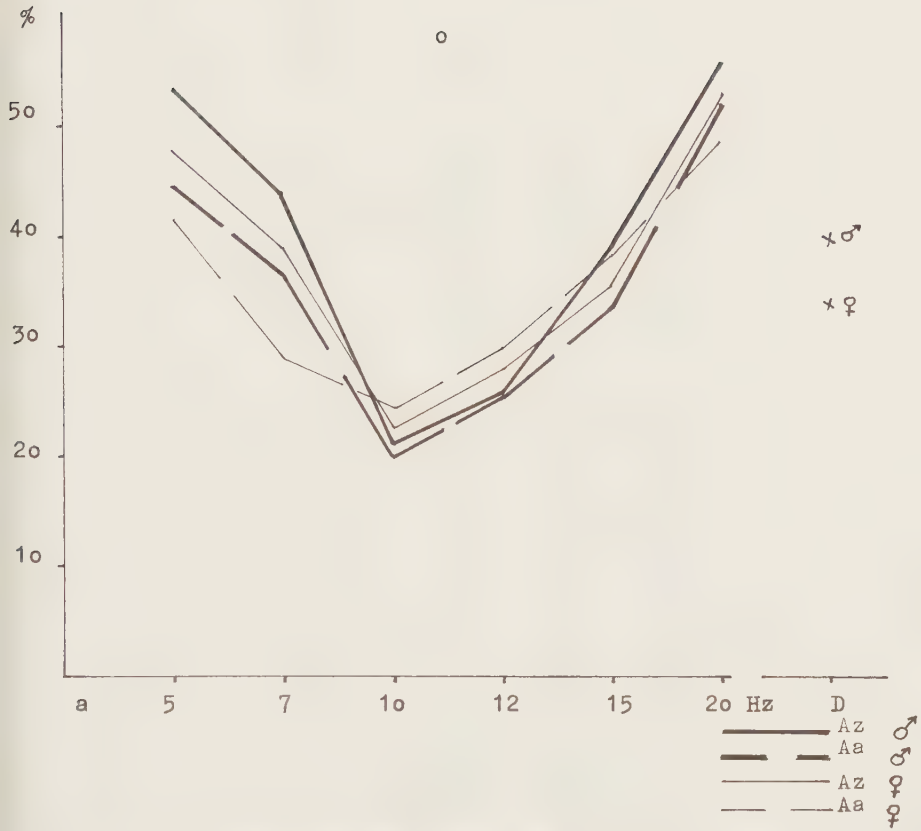
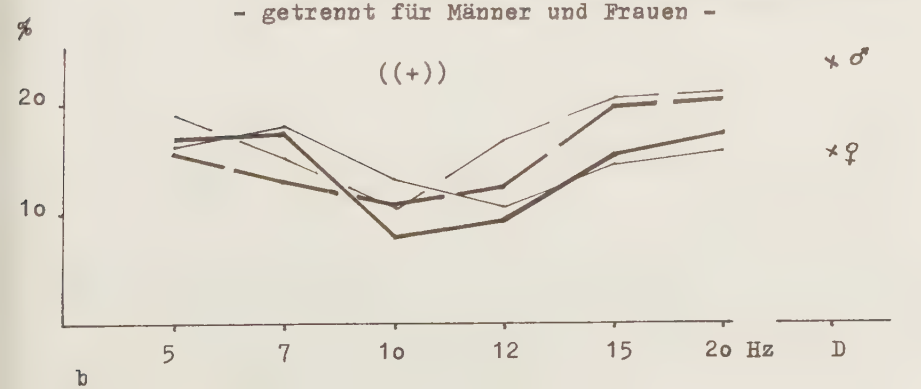
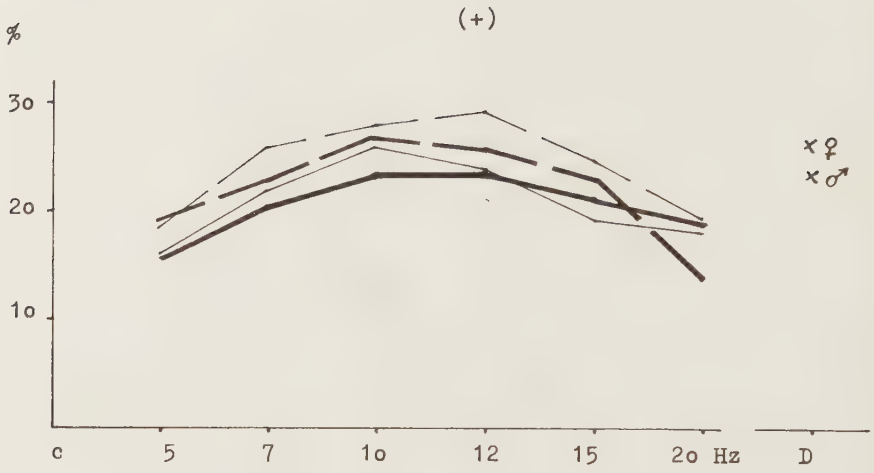
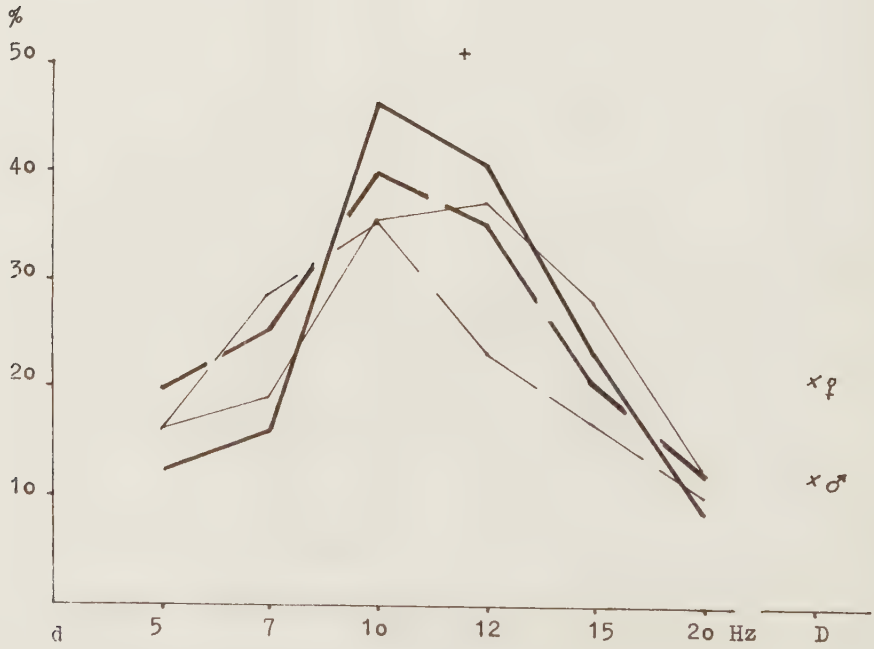


Abb. 13a-d Relative Häufigkeit der negativen (Abb. 13a) und in drei Ausprägungsgraden unterteilten positiven (Abb. 13b-d) S. E. in Abhängigkeit von den Stimulationsbedingungen in der Patientengruppe
- getrennt für geschlossene und geöffnete Augen -
- getrennt für Männer und Frauen -




(+)
%
30
20
10
♀
♂
c
5
7
10
12
15
20 Hz
D


%
50
40
30
20
10
+
♀
♂
d
5
7
10
12
15
20 Hz
D

♂ = 4o ♀ = 6o		n	S.E.	rel.%	95 % Vertr.bereich
5	♂	4o	o	4o,o	24,9 - 56,7
			(+)	17,5	7,3 - 32,8
			(+)	32,5	18,6 - 49,1
			+	1o,o	2,8 - 23,7
	♀	58	o	41,4	28,6 - 55,1
			(+)	15,5	7,4 - 27,4
			(+)	22,4	12,5 - 35,3
			+	2o,7	11,2 - 33,3
7	♂	4o	o	27,5	14,6 - 43,9
			(+)	3o,o	16,6 - 46,5
			(+)	35,o	2o,6 - 51,7
			+	7,5	1,6 - 2o,4
	♀	6o	o	3o,o	18,9 - 43,2
			(+)	25,o	14,7 - 37,9
			(+)	26,6	16,1 - 39,7
			+	18,4	9,5 - 3o,4
1o	♂	4o	o	3o,o	16,6 - 46,5
			(+)	1o,o	2,8 - 23,7
			(+)	27,5	14,6 - 43,9
			+	32,5	18,6 - 49,1
	♀	6o	o	2o,o	1o,8 - 32,3
			(+)	13,4	5,9 - 24,6
			(+)	25,o	14,7 - 37,9
			+	41,6	29,1 - 55,1
12	♂	4o	o	22,5	1o,8 - 38,5
			(+)	7,5	1,6 - 2o,4
			(+)	3o,o	16,6 - 46,5
			+	4o,o	24,9 - 56,7
	♀	58	o	12,o	5,o - 23,3
			(+)	1o,3	3,9 - 21,2
			(+)	27,7	16,7 - 4o,9
			+	5o,o	36,6 - 63,4
15	♂	4o	o	2o,o	9,1 - 35,7
			(+)	15,o	5,7 - 29,8
			(+)	32,5	18,6 - 49,1
			+	32,5	18,6 - 49,1
	♀	6o	o	21,7	12,1 - 34,2
			(+)	11,7	4,8 - 22,6
			(+)	26,6	16,1 - 39,7
			+	4o,o	27,6 - 53,5
2o	♂	4o	o	4o,o	24,9 - 56,7
			(+)	22,5	1o,8 - 38,5
			(+)	15,o	5,7 - 29,8
			+	22,5	1o,8 - 38,5
	♀	6o	o	33,3	21,7 - 46,7
			(+)	21,7	12,1 - 34,2
			(+)	3o,o	18,9 - 43,2
			+	15,o	7,1 - 26,6
D	♂	16	o	37,5	15,2 - 64,6
			(+)	31,2	11,o - 58,7
			(+)	12,5	1,6 - 38,4
			+	18,8	4,1 - 45,7
	♀	37	o	24,3	11,8 - 41,2
			(+)	29,7	15,9 - 47,o
			(+)	16,3	6,2 - 32,o
			+	29,7	15,9 - 47,o

Tab.12 : Relative Häufigkeit negativer und in drei Ausprägungsgraden unterteilter positiver S.E. in Abhängigkeit von den Stimulationsbedingungen in der Kontrollgruppe
- bei geschlossenen Augen -
- getrennt für Männer und Frauen -
- D = Doppelblitze -

♂ =4o ♀ =6o		n	S.E.	rel.%	95% Vertrauens-bereich
			o	5o,o	33,8 - 66,2
	♂	4o	((+))	15,o	5,7 - 29,8
			(+)	15,o	5,7 - 29,8
5			+	2o,o	9,1 - 35,7
			o	3o,5	19,2 - 43,9
	♀	59	((+))	22,o	12,3 - 34,7
			(+)	23,7	13,6 - 36,6
			+	23,7	13,6 - 36,6
			o	35,o	2o,6 - 51,7
	♂	4o	((+))	12,5	4,2 - 26,8
			(+)	2o,o	9,1 - 35,6
7			+	32,5	18,6 - 49,1
			o	25,o	14,7 - 37,9
	♀	6o	((+))	11,7	4,8 - 22,6
			(+)	33,3	21,7 - 46,7
			+	3o,o	18,9 - 43,2
			o	27,5	14,6 - 43,9
	♂	4o	((+))	12,5	4,2 - 26,8
			(+)	35,o	2o,6 - 51,7
1o			+	25,o	12,7 - 41,2
			o	25,o	14,7 - 37,9
	♀	6o	((+))	13,4	5,9 - 24,6
			(+)	26,6	16,1 - 39,7
			+	35,o	23,1 - 48,4
			o	25,o	12,7 - 41,2
	♂	4o	((+))	1o,o	2,8 - 23,7
			(+)	4o,o	24,9 - 56,7
12			+	25,o	12,7 - 41,2
			o	18,9	9,9 - 31,4
	♀	58	((+))	13,8	6,2 - 25,4
			(+)	37,9	25,5 - 51,6
			+	29,4	18,1 - 42,7
			o	3o,o	16,6 - 46,5
	♂	4o	((+))	12,5	4,2 - 26,8
			(+)	4o,o	24,9 - 56,7
15			+	17,5	7,3 - 32,8
			o	18,3	9,5 - 3o,4
	♀	6o	((+))	28,4	17,5 - 41,4
			(+)	28,3	17,5 - 41,4
			+	25,o	14,7 - 37,9
			o	45,o	29,3 - 61,5
	♂	4o	((+))	7,5	1,6 - 2o,4
			(+)	32,5	18,6 - 49,1
2o			+	15,o	5,7 - 29,8
			o	48,3	35,2 - 61,6
	♀	6o	((+))	21,7	12,1 - 34,2
			(+)	18,3	9,5 - 3o,4
			+	11,7	4,8 - 22,6

Tab. 13 Relative Häufigkeit negativer und in drei Ausprägungsgraden unterteilter positiver S. E. in Abhängigkeit von den Stimulationsbedingungen in der Kontrollgruppe
- bei geöffneten Augen -
- getrennt für Männer und Frauen -
- D = Doppelblitze -

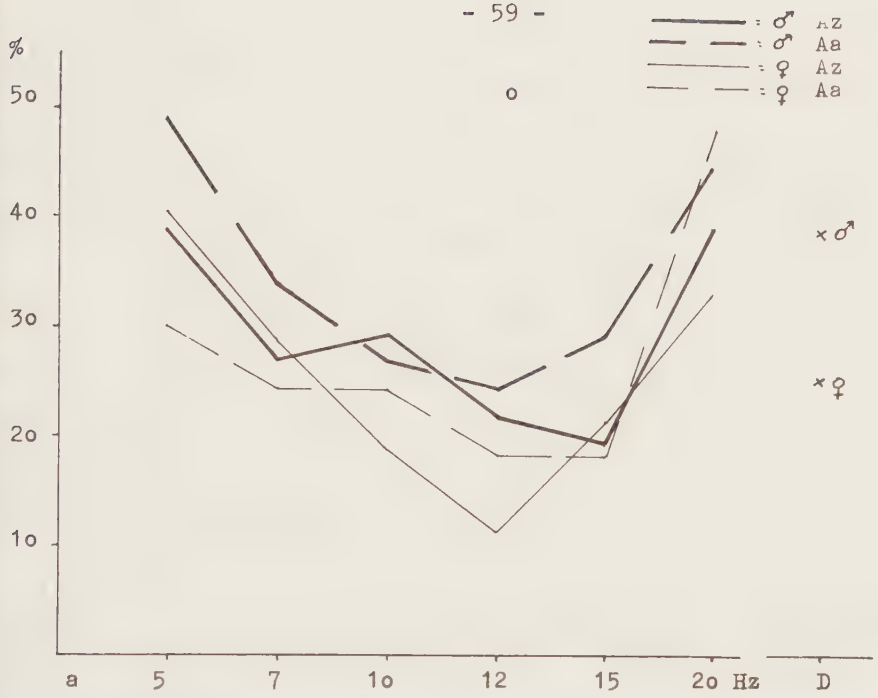
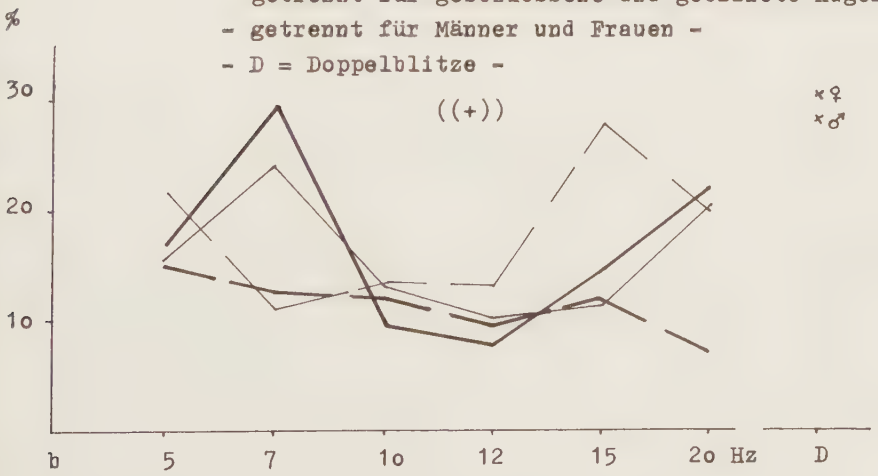
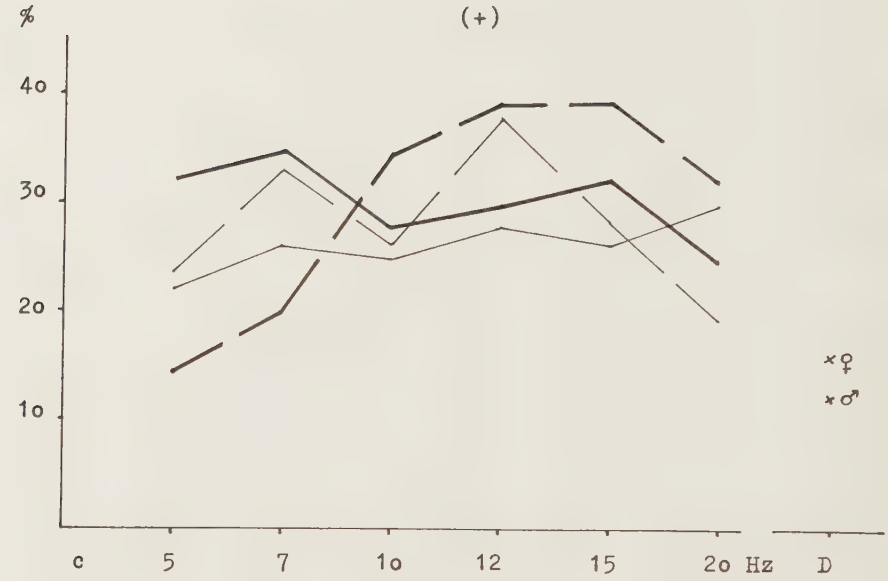
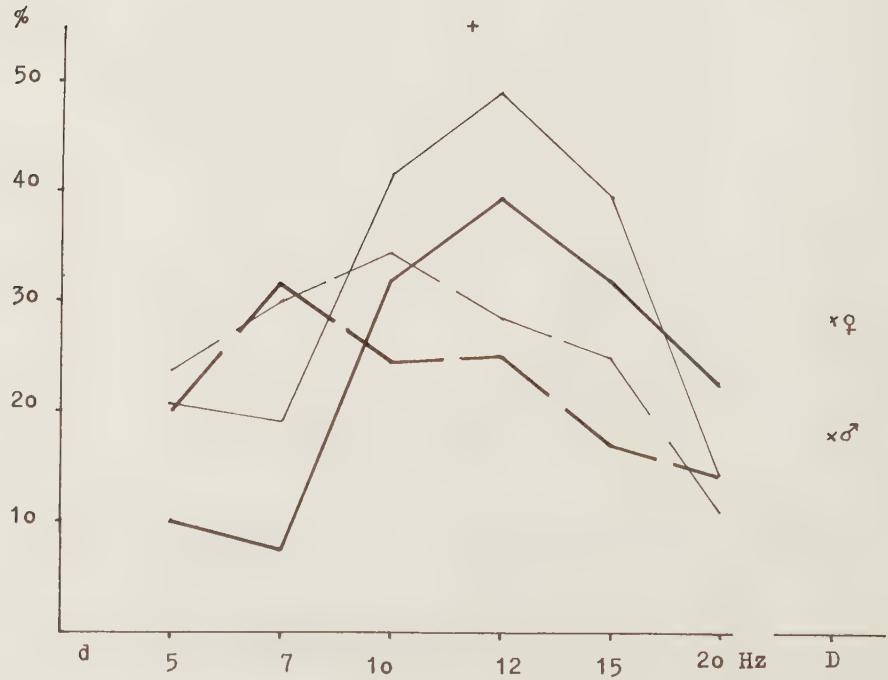


Abb. 14a-d

Relative Häufigkeit der negativen (Abb. 14a) und in drei Ausprägungsgraden unterteilten positiven (Abb. 14b-d) S. E. in Abhängigkeit von den Stimulationsbedingungen in der Kontrollgruppe
- getrennt für geschlossene und geöffnete Augen -
- getrennt für Männer und Frauen -
- D = Doppelblitze -




%
(+)
4o
3o
2o
1o
×♀
×♂
c
5
7
1o
12
15
2o Hz
D


%
+
5o
4o
3o
2o
1o
×♀
×♂
d
5
7
1o
12
15
2o Hz
D

	Az			Aa		
z	Personen n	rel. % pos.S.E.	95% Vertr.ber.	Personen n	rel. % pos.S.E.	95% Vertr.ber.
	4o2	45,5	4o,1 - 5o,o	398	54,5	47,5 - 57,5
	29o	51,o	41,7 - 54,4	287	57,5	49,6 - 62,2
	4o5	55,3	5o,o - 59,9	4oo	63,o	57,6 - 67,3
	291	6o,1	53,6 - 66,1	287	7o,o	61,8 - 73,1
	4o7	78,6	73,1 - 81,5	4o1	79,8	75,7 - 83,8
	289	77,2	7o,2 - 81,1	282	75,2	66,o - 77,5
	4o1	73,8	67,8 - 76,8	395	73,7	67,8 - 76,8
	282	71,6	66,o - 77,5	278	69,8	61,8 - 73,7
	395	6o,5	55,o - 64,8	392	65,1	6o,1 - 69,7
	285	62,1	53,6 - 66,1	28o	63,9	57,7 - 69,9
	388	44,1	37,6 - 47,5	38o	46,1	4o,1 - 5o,o
	276	45,3	37,8 - 5o,4	273	5o,2	41,7 - 54,4
	286	59,1	53,6 - 66,1			
	21o	65,7	57,9 - 71,6			

14

Relative Häufigkeit sämtlicher positiver S. E. in Abhängigkeit von den Stimulationsbedingungen in der Patientengruppe.
- getrennt für geschlossene und geöffnete Augen -
- getrennt für Männer und Frauen -
- D = Doppelblitze -

		Az			Aa		
Frequenz	Personen n		rel. % pos.	S.E.	95% Vertr.ber.	Personen n	rel. % pos.	S.E.	95% Vertr.b
5	♂	4o	6o,o		43,3 - 75,1	4o	5o,o		33,8 - 66,2
	♀	58	58,6		44,9 - 71,4	59	69,5		56,1 - 8o,8
7	♂	4o	72,5		56,1 - 85,4	4o	65,o		48,3 - 79,4
	♀	6o	7o,o		56,8 - 81,2	6o	75,o		62,1 - 85,3
1o	♂	4o	7o,o		53,5 - 83,4	4o	72,5		56,1 - 85,4
	♀	6o	8o,o		67,7 - 89,2	6o	75,o		62,1 - 85,3
12	♂	4o	77.5		61-6 - 89,2	4o	75,o		58,8 - 87,3
	♀	58	88,o		76,7 - 95,o	58	81,1		68,6 - 9o,1
15	♂	4o	8o,o		64,4 - 91,o	4o	7o,o		53,5 - 83,4
	♀	6o	78,3		65,8 - 87,9	6o	81,7		69,6 - 9o,5
2o	♂	4o	6o,o		43,3 - 75,1	4o	55,o		38,5 - 7o,7
	♀	6o	66,7		53,3 - 78,3	6o	51,7		38,4 - 64,8
D	♂	16	62,5		35,4 - 84,8				
	♀	37	75,7		58,8 - 88,2				

Tab. 15

Relative Häufigkeit sämtlicher positiver S. E. in Abhängigkeit von den Stimulationsbedingungen in der Kontrollgruppe.
- getrennt für geschlossene und geöffnete Augen -
- getrennt für Männer und Frauen -
- D = Doppelblitze -

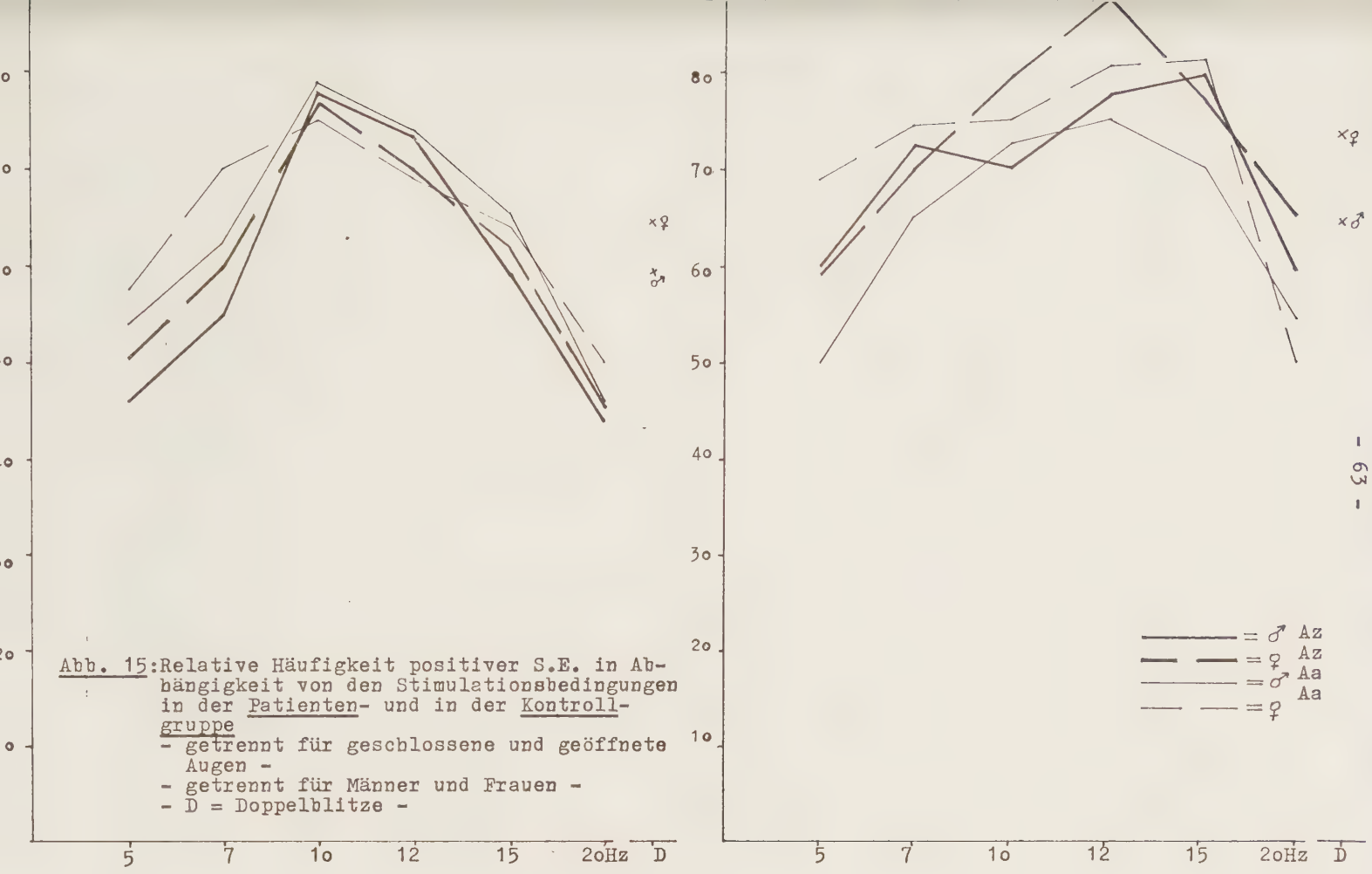


Abb. 15: Relative Häufigkeit positiver S.E. in Abhängigkeit von den Stimulationsbedingungen in der Patienten- und in der Kontrollgruppe
- getrennt für geschlossene und geöffnete Augen -
- getrennt für Männer und Frauen -
- D = Doppelblitze -

PATIENTENGRUPPE

	Az			Aa		
Frequenz	n(Pers.)	n(pos.S.E.)	rel.%	n(Pers.)	n(pos.S.E.)	rel.%
5	692	331	47,8	685	382	55,8
7	696	399	57,3	687	453	65,9
1o	696	543	78,o	683	532	77,9
12	683	498	72,9	673	485	72,1
15	68o	416	61,2	672	434	64,6
2o	664	296	44,6	653	312	47,8
D	496	3o7	61,9			

KONTROLLGRUPPE

	Az			Aa		
Frequenz	n(Pers.)	n(pos.S.E.)	rel.%	n(Pers.)	n(pos.S.E.)	rel.%
5	98	58	59,2	99	61	61,6
7	1oo	71	71,o	1oo	71	71,o
1o	1oo	75	75,o	1oo	74	74,o
12	98	82	83,7	98	77	78,6
15	1oo	79	79,o	1oo	77	77,o
2o	1oo	64	64,o	1oo	53	53,o
D	53	38	71,7			

Tab. 16

Absolute und relative Häufigkeit positiver S. E. in Abhängigkeit von den Stimulationsbedingungen in der Patienten- und in der Kontrollgruppe.
- getrennt für geschlossene und geöffnete Augen -
- gemeinsam für Männer und Frauen -
- D = Doppelblitze -

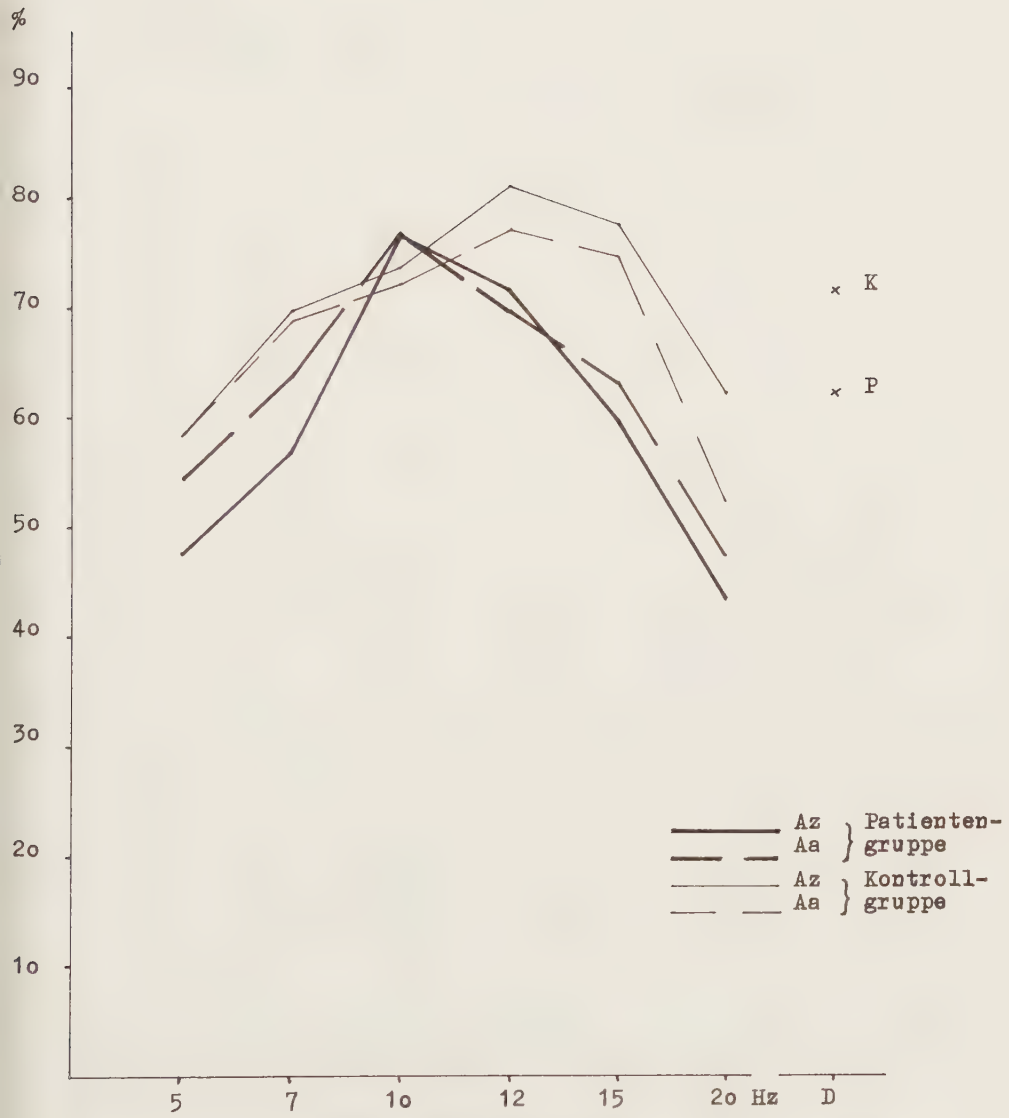


Abb. 16:
Relative Häufigkeit positiver S. E. in Abhängigkeit von den Stimulationsbedingungen in der Patienten- und in der Kontrollgruppe - getrennt f. geschlossene und geöffnete Augen - gemeinsam für Männer und Frauen -
- P = Patientengruppe - K = Kontrollgruppe -

PATIENTENGRUPPE

Frequenz	n (Max. Synchron. mögl.kten aus Az+Aa)	n (pos.S.E.)	rel.%	95%-Vertr.Ber.
5	1377	713	51,8	48,9 - 55,1
7	1383	852	61,6	57,8 - 64,3
1o	1379	1o75	78,o	75,3 - 81,6
12	1356	983	72,3	67,9 - 74,6
15	1352	85o	62,9	59,o - 65,9
2o	1317	6o8	46,2	42,9 - 49,2

KONTROLLGRUPPE

Frequenz	n (Max. Synchron. mögl.kten aus Az+Aa)	n (pos.S.E.)	rel.%	95%-Vertr.Ber.
5	197	119	6o,4	52,8 - 66,8
7	2oo	142	71,o	63,1 - 76,2
1o	2oo	149	74,5	68,4 - 8o,8
12	196	159	81,1	73,8 - 85,3
15	2oo	156	78,o	68,4 - 8o,8
2o	2oo	117	58,5	47,8 - 62,o

Tab. 17a Absolute und relative Häufigkeit positiver S.E. in Abhängigkeit von der Stimulationsfrequenz in der Patienten- und in der Kontrollgruppe.
- gemeinsam für geschlossene und geöffnete Augen -
- gemeinsam für Männer und Frauen -

Frequenz		Pos. S.E.	Ø Pos. S.E.	χ^2	
5	Pat.	713	664	5,15	(o,o5 > P > o,o1)
	Kontr.	119	78		
7	Pat.	852	531	6,6o	(o,o5 > P > o,o1)
	Kontr.	142	58		
1o	Pat.	1o75	3o4	o,53	(P > o,o5)
	Kontr.	159	51		
12	Pat.	983	373	6,56	(o,o5 > P > o,o1)
	Kontr.	159	37		
15	Pat.	85o	5o6	17,88	(o,oo1 > P)
	Kontr.	156	44		
2o	Pat.	6o8	7o9	1o,58	(o,o1 > P > o,oo1)
	Kontr.	117	83		

Tab. 17b:
Prüfung des Häufigkeitsunterschiedes positiver und negativer S. E. in der Patienten- und in der Kontrollgruppe unter unterschiedlichen Stimulationsbedingungen mit Hilfe des χ^2- Tests

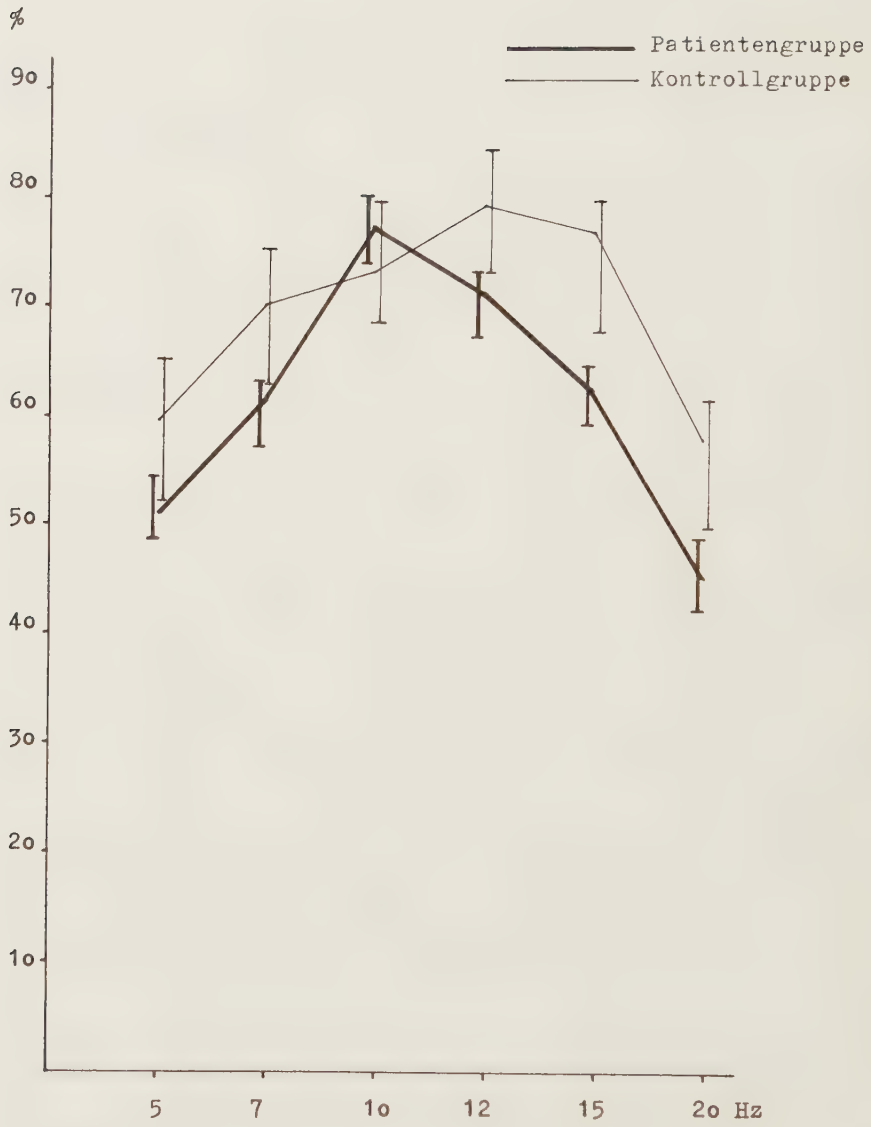


Abb. 17:

Relative Häufigkeit positiver S. E. in Abhängigkeit von der Stimulationsfrequenz in der Patienten- und in der Kontrollgruppe
- gemeinsam für geschlossene und geöffnete Augen -
- gemeinsam für Männer und Frauen -

3.6. Beziehung zwischen positiven S. E. und Stimulationsfrequenzen in der nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten unterteilten Patientengruppe

Die Einteilung der Patienten in vier Gruppen erfolgte nach den unter 2.4. und 3.2. beschriebenen Kriterien.

Wie wir in den vorangegangenen Kapiteln festgestellt haben, ergaben sich bei unseren Untersuchungen sowohl der männlichen und weiblichen Teilkollektive als auch der Teilbedingungen Az und Aa in der Patientengruppe keine und in der Kontrollgruppe in einigen Fällen unsystematische Unterschiede. Somit verzichteten wir in den folgenden Berechnungen der positiven S. E. in Abhängigkeit von den Stimulationsfrequenzen auf eine getrenntgeschlechtliche Betrachtung und auf eine gesonderte Darstellung der Ergebnisse bei geschlossenen und offenen Augen.

Zunächst berechneten wir die absolute und relative Häufigkeit aller positiven S.E., d. h. unter Verzicht auf eine Unterteilung in unterschiedliche Ausprägungsgrade, in Beziehung zu den Stimulationsfrequenzen in den nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten aus der Patientengruppe entstandenen Kollektiven (Tab. 18 und Abb. 18). Anhand dieser Ergebnisse lassen sich folgende Feststellungen treffen:

- der Gipfel des Synchronisationsvermögens liegt in allen Gruppen bei der Frequenz 1o Hz
- Gruppe IV synchronisiert in den Frequenzen 1o, 12, 15 und 2o Hz signifikant häufiger als Gruppe I und in den Frequenzen 1o und 12 Hz signifikant häufiger als Gruppe II.

Wie schon des öfteren erwähnt, stellen die Gruppen I, II und III Kollektive anfallskranker Patienten dar.

Durch Zusammenschluß dieser Kollektive zu einer Gruppe Anfallskranker ist es möglich, diese dem Kollektiv nicht bzw. fraglich anfallskranker Personen (Gruppe IV) gegenüberzustellen und auf ihre Synchronisationsneigung zu untersuchen (Tab. 19 und Abb. 19). Dabei zeigt Gruppe IV erwartungsgemäß in den Frequenzen 1o, 12 und 15 Hz signifikant häufiger positive S. E. als die Sammelgruppe sicher Anfallskranker.
Nun stellt die Patientengruppe IV aber keineswegs ein in sich homogenes Kollektiv dar, sondern sie besteht einerseits aus nicht Anfallskranken und andererseits aus fraglich, d. h. nicht sicher, aber unter Umständen vermutlich Anfallskranken.
Sie wird daher im folgenden auch noch der ausschließlich aus nicht Anfallskranken bestehenden Kontrollgruppe gegenübergestellt (Tab. 19 und Abb. 19). Sieht man von der Stimulationsfrequenz 1o Hz ab, zeigt diese Gegenüberstellung für alle anderen Stimulationsfrequenzen in der Kontrollgruppe eine im Vergleich zu Gruppe IV noch stärkere Synchronisierungstendenz. Obwohl dieser Unterschied, wie auch die sich weit überlappenden Vertrauensbereiche zeigen, statistisch nicht zu sichern ist, springt doch tendenziell eine offenbar mit sinkender Epilepsiebelastung der Gruppen zunehmende Synchronisationsneigung ins Auge. Eine Ausnahme scheint lediglich die Stimulationsfrequenz 1o Hz zu machen, und es erhebt sich die Frage, ob diese Ausnahme real oder Folge der in der Kontrollgruppe zu kleinen Besetzungszahl ist.

Will man die Synchronisationsneigung von Patienten mit nachgewiesenen Anfällen mit der von Personen ohne jeglichen Verdacht auf Anfälle vergleichen, so muß man die erlangten Ergebnisse des Sammelkollektivs aus den Gruppen I, II und III denen der Kontrollgruppe gegenüberstellen (Tab. 19 und Abb. 19). Man erkennt in dem Kollektiv Anfallskranker ein Synchronisationsmaximum

bei der Frequenz 1o Hz, während die Kontrollgruppe den Gipfel der Synchronisation bei Frequenz 12 - 15 Hz aufweist. Ferner synchronisiert die Kontrollgruppe von der Frequenz 12 Hz an signifikant häufiger als die Gruppe sicher anfallskranker Teilkollektive (I, II, III).

Gruppe	Frequenz	N(Synchr. mögl.kten bei Az+Aa)	n(pos. S.E.)	rel.%	95% Vertr.ber.
I	5	279	149	53,4	45,6 - 58,3
	7	284	164	57,7	49,6 - 62,2
	1o	281	2o7	73,7	66,o - 77,5
	12	275	178	64,7	57,7 - 69,9
	15	269	135	5o,2	41,7 - 54,4
	2o	251	87	34,7	26,3 - 38,2
II	5	192	1o2	53,1	45,3 - 59,9
	7	192	119	62,o	52,8 - 66,8
	1o	196	14o	71,4	63,1 - 76,2
	12	188	119	63,3	54,5 - 7o,o
	15	195	12o	61,5	53,9 - 69,4
	2o	188	9o	47,9	4o,7 - 55,2
III	5	214	1o5	49,1	38,o - 52,2
	7	214	132	61,7	52,8 - 66,8
	1o	214	161	75,2	68,4 - 8o,8
	12	213	158	74,2	63,1 - 76,2
	15	21o	13o	61,9	52,8 - 66,8
	2o	2o4	96	47,1	38,o - 52,2
IV	5	691	358	51,8	47,7 - 55,2
	7	693	429	61,9	57,7 - 65,o
	1o	689	567	82,3	78,3 - 84,7
	12	68o	528	77,6	73,9 - 8o,2
	15	683	463	67,8	63,5 - 7o,6
	2o	674	334	49,5	44,8 - 52,3

Tab. 18: Absolute und relative Häufigkeit positiver S.E. in Abhängigkeit von den Stimulationsfrequenzen in den vier nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten eingeteilten Teilkollektiven der Patientengruppe

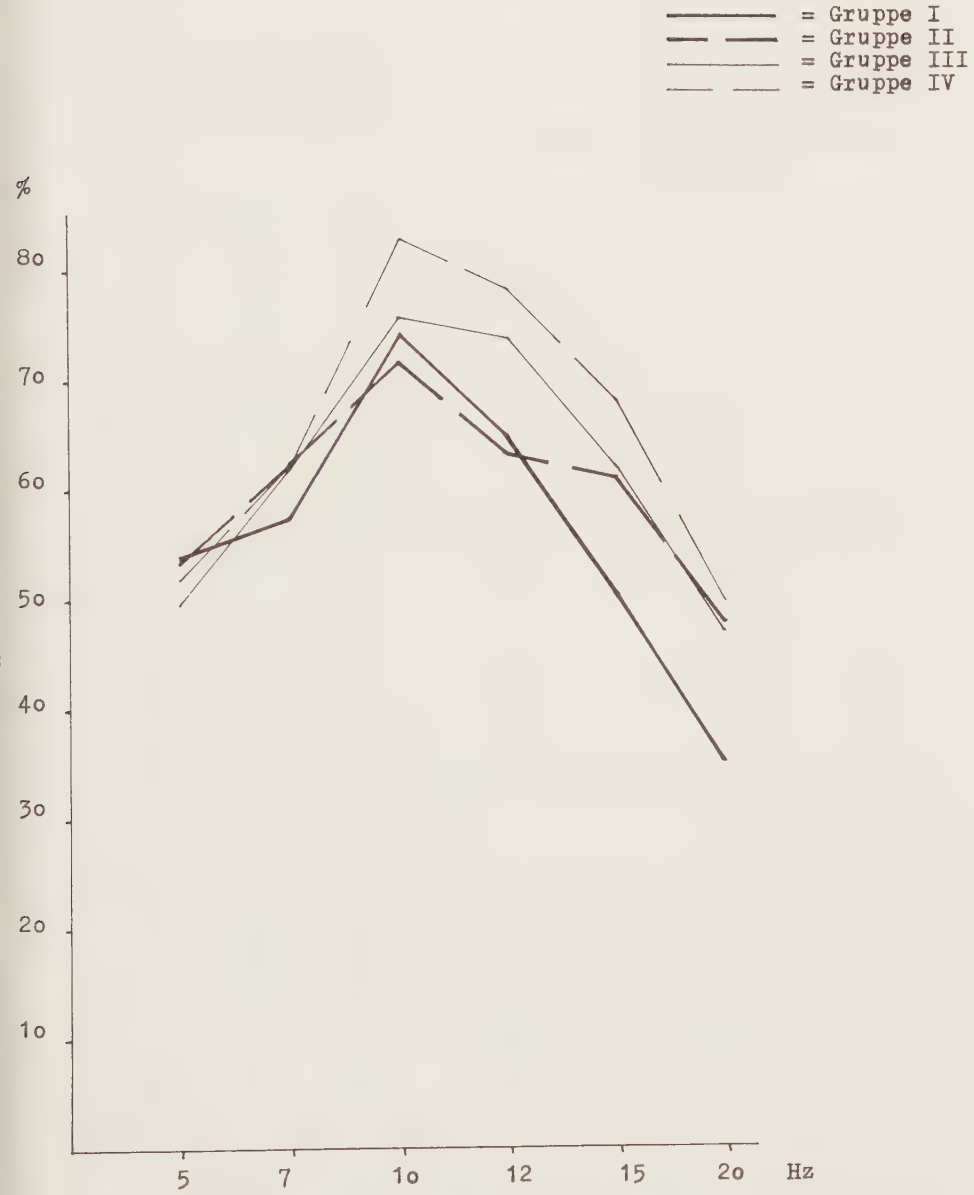


Abb. 18: Relative Häufigkeit positiver S. E. in Abhängigkeit von den Stimulationsfrequenzen in den vier nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten eingeteilten Teilkollektiven der Patientengruppe

a) Teilkollektiv nicht bzw. fraglich Anfallskranker (IV)

Frequenz	N(Stimul. mögl.kten bei Az+Aa)	n(pos. S.E.)	rel.%	95% Vertr.Ber.
5	691	358	51,8	47,7 - 55,2
7	693	429	61,9	57,7 - 65,o
1o	689	567	82,3	78,3 - 84,7
12	68o	528	77,6	73,9 - 8o,2
15	683	463	67,8	63,5 - 7o,6
2o	674	334	49,5	44,8 - 52,3

b) Sicher anfallskranke Teilkollektive (I, II, III)

5	685	356	52,o	47,7 - 55,2
7	69o	415	6o,1	56,3 - 63,7
1o	691	5o8	73,5	69,4 - 76,1
12	676	455	67,3	66,5 - 73,4
15	674	385	57,1	53,4 - 6o,8
2o	643	273	42,5	37,7 - 45,7

c) Kontrollgruppe

5	197	119	6o,4	52,8 - 66,8
7	2oo	142	71,o	63,1 - 76,2
1o	2oo	149	74,5	68,4 - 8o,8
12	196	159	81,1	73,8 - 85,3
15	2oo	156	78,o	68,4 - 8o,8
2o	2oo	117	58,5	47,8 - 62,o

Tab. 19a-c:
Absolute und relative Häufigkeit positiver S. E. in Abhängigkeit von der Stimulationsfrequenz
- in dem Teilkollektiv nicht bzw. fraglich Anfallskranker (IV), (19a)
- in den drei sicher anfallskranken Teilkollektiven der Patientengruppe (I, II, III), (19b)
- in der Kontrollgruppe (19c)

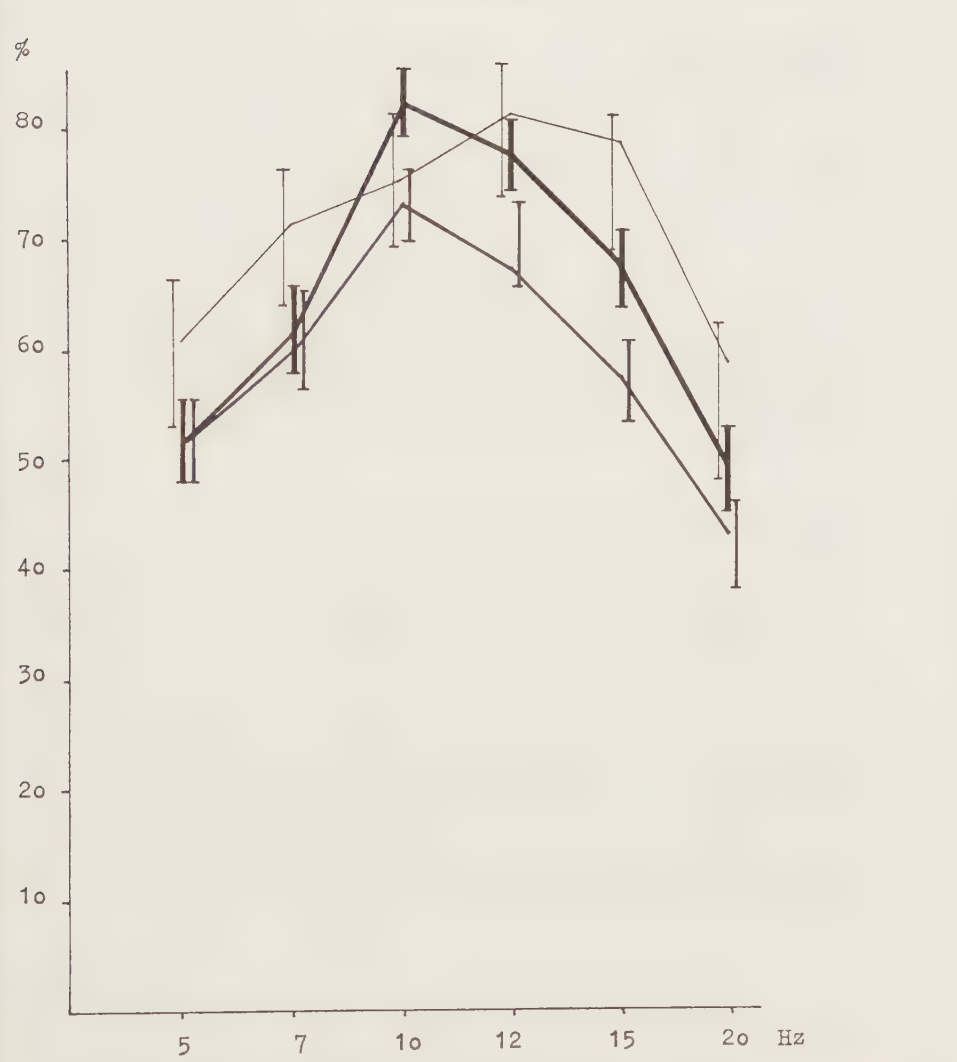


Abb. 19: Relative Häufigkeit positiver S. E. in Abhängigkeit von der Stimulationsfrequenz
- in dem Teilkollektiv nicht bzw. fraglich Anfallskranker (I^V),
- in den drei sicher anfallskranken Teilkollektiven der Patientengruppe (I, II, III),
- in der Kontrollgruppe

3.7. Allgemeine Synchronisationsneigung der nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten unterteilten Patientengruppe

Um eine allgemeine, die Detailbedingungen unterschiedlicher Stimulationsfrequenzen oder -techniken vernachlässigende Aussage über das Synchronisationsverhalten der nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten unterteilten Patientengruppe machen zu können, faßten wir alle erzielten positiven S.E. in jeder Gruppe zusammen und setzten sie in Beziehung zu der Summe aller in jeder Gruppe dargebotenen Bedingungen, d. h. den in dieser Gruppe "maximal möglichen" Synchronisationsgelegenheiten (Tab. 2o). Abb. 2o stellt das Ergebnis dieser Berechnung in einer Säulengraphik dar. Daraus ist folgendes ersichtlich:

- Gruppe I zeigt im Vergleich zu Gruppe IV eine signifikant geringere Synchronisationsneigung
- Die zusätzlich in Tab. 2o und Abb. 2o aufgenommenen Ergebnisse der Kontrollgruppe zeigen, daß diese signifikant häufiger synchronisiert als die Gruppen I, II und III.

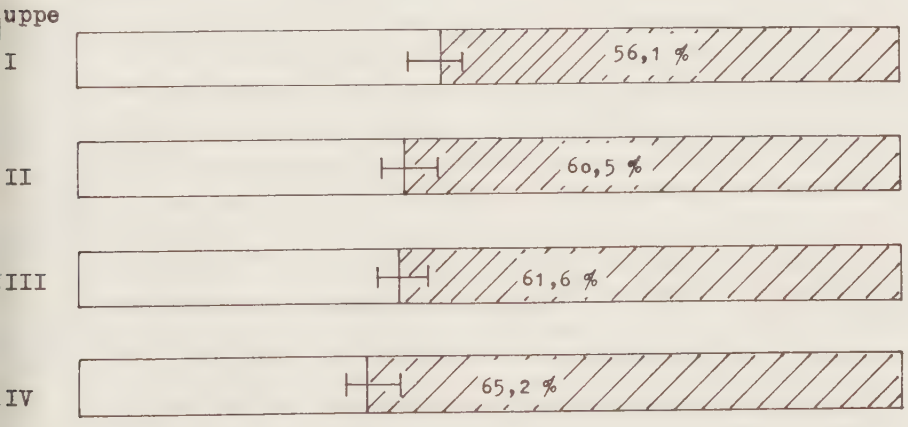
Somit kann auch auf diese Weise die in Kapitel 3.6. getroffene Feststellung bestätigt werden, daß die relative Häufigkeit positiver S. E., also die Synchronisationsneigung, mit einem Anfallsleiden offensichtlich negativ korreliert ist.

Gruppe	N(Synchr. mögl.kten bei Az+Aa i.allen Frequenzen)	n(pos.S.E.)	rel.%	95% Vertr.Ber.
I	1639	92o	56,1	53,4 - 59,9
II	1151	69o	6o,5	56,7 - 63,2
III	1269	782	61,6	57,8 - 64,3
IV	411o	2679	65,2	61,6 - 68,3
Kontr.gr.	1246	881	7o,7	67,9 - 74,8

Tab. 2o:
Absolute und relative Häufigkeit positiver S. E. in den nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten eingeteilten Teilkollektiven der Patientengruppe und in der Kontrollgruppe

tientengruppe

uppe



Kontrollgruppe

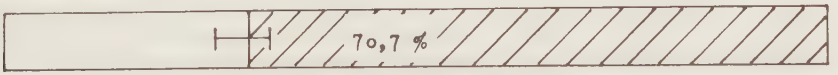


Abb.2o: Relative Häufigkeit positiver S.E. in den nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten eingeteilten Teilkollektiven der Patientengruppe und in der Kontrollgruppe

pos. S.E.

neg. S.E.

3.8. "Hypersynchrone" Aktivität

In den folgenden Abschnitten beschäftigen wir uns mit den Personen, die in ihrem von uns untersuchten EEG "hypersynchrone" Aktivität aufgewiesen hatten.

3.8.1. Altersverteilung "hypersynchroner" Aktivität in der Patientengruppe und Altersverteilung der Merkmalsträger "hypersynchrone Aktivität"

Unabhängig von der Frage, ob durch Photostimulation oder spontan ausgelöst, fand sich bei 92 Personen der Patientengruppe (= 13,1%) im EEG "hypersynchrone" Aktivität.
Zur Untersuchung der Altersverteilung des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" in der Patientengruppe wurde diese in Klassen mit einer Klassenbreite von 1o Jahren eingeteilt. Für diese Klassen wurde die relative Häufigkeit des Merkmals und der dazugehörige 95%-ige Vertrauensbereich ermittelt. Das Ergebnis zeigen Tab. 21 und Abb. 21. Würde man die durch geringe Besetzungszahlen bedingte große Breite der Vertrauensbereiche in den niedrigen und höheren Altersklassen nicht berücksichtigen, könnte der Eindruck einer Häufung "hypersynchroner" Aktivität in diesen entstehen. Wir glauben jedoch nicht, daß unser Material eine derartige Aussage erlaubt.
Bei der Untersuchung der Altersverteilung der Merkmalsträger "hypersynchrone Aktivität" wurde die Verteilung der Personen mit Hy. Akt. auf die einzelnen Altersklassen berechnet (Tab. 22 und Abb. 22).
Dabei kann man feststellen, daß über ein Drittel der Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" der Altersklasse von 21 bis 3o Jahren angehören.

Altersklassen	n(Pers.)	n(Hy.Akt.)	rel.%	95%-Vertr.Ber.
o - 1o	6	3	5o,o	11,8 - 88,2
11 - 2o	39	11	28,2	15,o - 44,9
21 - 3o	233	36	15,4	1o,8 - 21,3
31 - 4o	175	15	8,6	5,o - 14,2
41 - 5o	134	13	9,7	5,4 - 16,5
51 - 6o	82	8	9,8	4,3 - 18,3
61 - 7o	25	4	16,o	4,5 - 36,1
71 ->71	6	2	33,3	4,3 - 77,8

Tab.21: Absolute und relative Häufigkeit des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" in der Patientengruppe in Abhängigkeit vom Lebensalter
- Klassenbreite:1o Jahre -

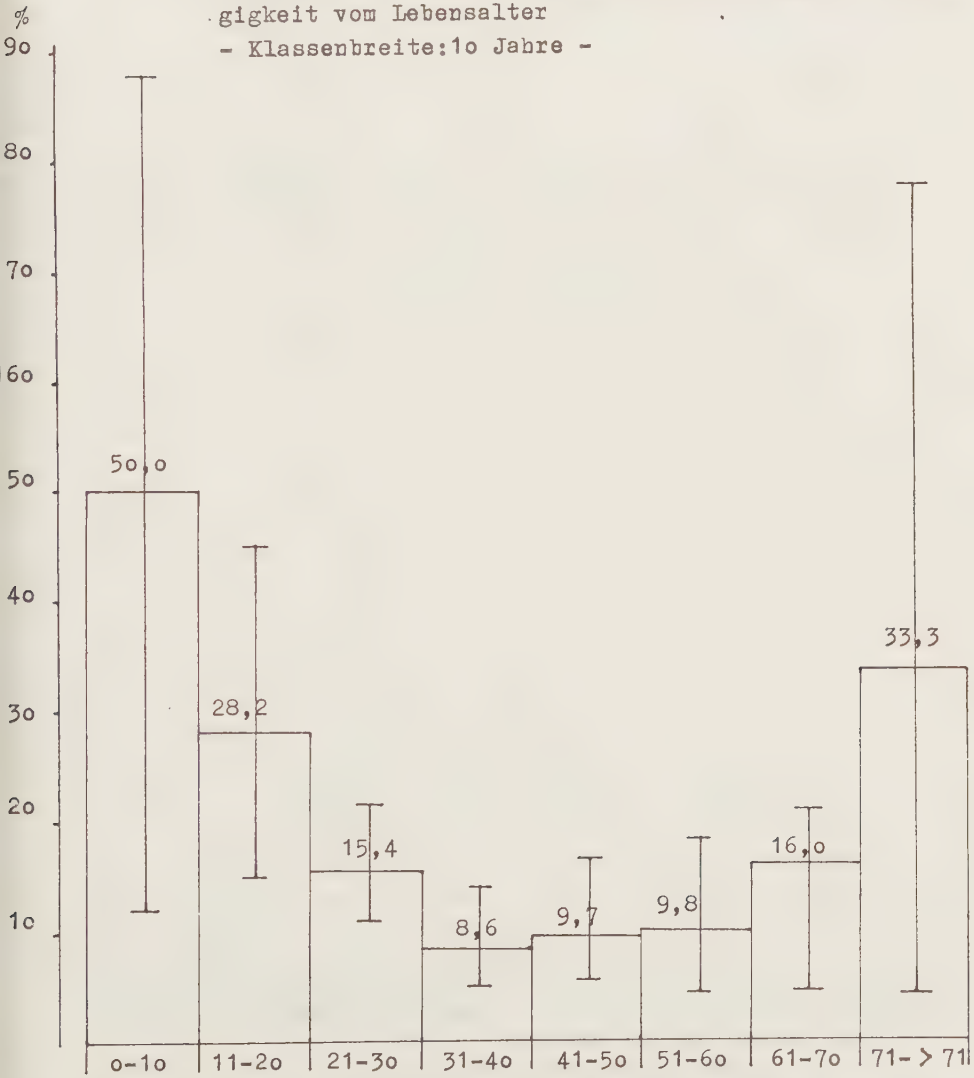


Abb. 21: Relative Häufigkeit des Merkmals "hypersynchrone Aktivität in der Patientengruppe in Abhängigkeit vom Lebensalter

Altersklassen	n(Pers.)	rel.%	95% - Vertr. Ber.
o - 1o	3	3,3	o,7 - 9,2
11 - 2o	11	11,9	6,1 -2o,4
21 - 3o	36	39,1	29,1 -49,9
31 - 4o	15	16,3	9,4 -25,5
41 - 5o	13	14,1	7,7 -23,o
51 - 6o	8	8,7	3,8 -16,4
61 - 7o	4	4,4	1,2 -1o,8
71 ->71	2	2,2	o,3 - 7,6
	Gesamt: 92	1oo,o	

Tab. 22: Altersverteilung der Träger des Merkmals "hy. Akt." in der Patientengruppe
- Klassenbreite: 1o Jahre -

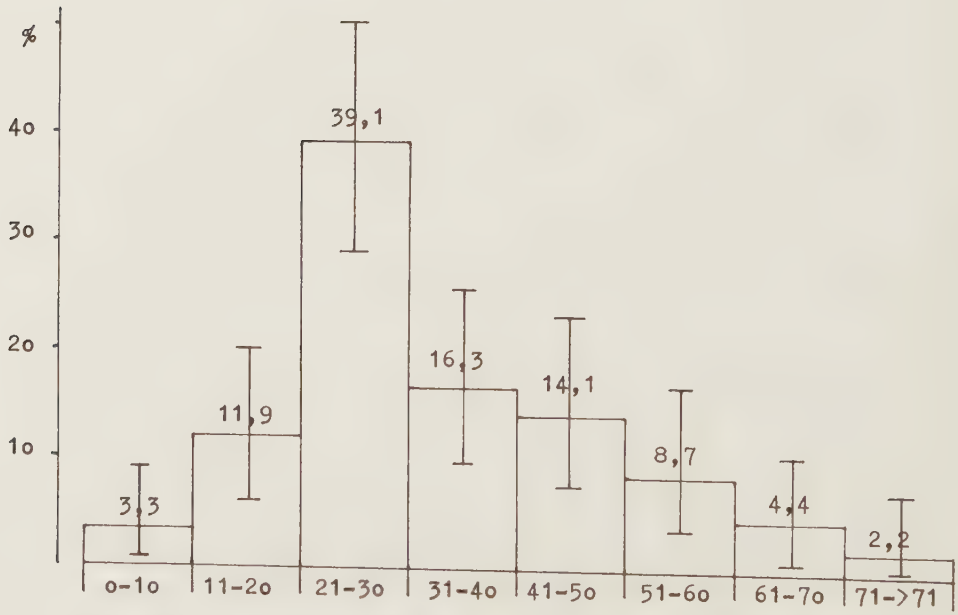


Abb. 22: Altersverteilung der Träger des Merkmals "hy. Akt." in der Patientengruppe
- Klassenbreite: 1o Jahre -

3.8.2. Beziehung zwischen "hypersynchroner" Aktivität und den nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten gebildeten Teilkollektiven der Patientengruppe

Untersucht wird in diesem Abschnitt

a) die Häufigkeit des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" in den nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten gebildeten diagnostischen Gruppen und

b) die Verteilung der Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" auf diese diagnostischen Gruppen.

Zu a) Bei der Betrachtung der Beziehung zwischen den Gruppen I, II, III und IV und des in diesen Kollektiven vorhandenen Anteils von Patienten mit "hypersynchroner" Aktivität (Tab. 23 und Abb. 23) fällt auf, daß bei 3o,3% der Personen der Gruppe I entweder durch Photostimulation ausgelöste oder davon unabhängige Hy.Akt. nachgewiesen wurde, während im Gegensatz hierzu in Gruppe II mit 13,o% und in Gruppe IV mit 5,2% signifikant weniger Patienten mit Hy.Akt. gefunden wurden. Die Zwischenstellung von Gruppe III ist verständlich, da diese sich ja wahrscheinlich aus Patienten zusammensetzt, die entweder Gruppe I oder Gruppe II zuzuordnen gewesen wären.
Als Resümee dieser Untersuchung kann gesagt werden, daß in unserem Material Anfälle vom sog. "zentrencephalen" Typ offenbar mit dem Auftreten von "hypersynchroner" Aktivität positiv korreliert sind.

Zu b) Tab. 24 und Abb. 24 zeigen die prozentuale Verteilung des Merkmals "hypersynchrone Aktivität"

auf die Patientengruppen. Beinahe die Hälfte (47,8%) der Träger dieses Merkmals weisen Anfälle vom sog. "zentrencephalen" Typ auf. Der restliche Prozentsatz verteilt sich etwa gleichmäßig auf die Gruppen II, III und IV. Damit sind Patienten mit sog. "zentrencephalen" Anfällen in der Hy. Akt. zeigenden Gruppe signifikant stärker vertreten als Probanden der Gruppen II, III oder IV.

Diagnose	n(Pers.)	n(Hy. Akt)	rel.%	95%-Vertr.Ber.
I	145	44	3o,3	22,6 - 38,3
II	1oo	13	13,o	7,1 - 21,2
III	1o8	17	15,7	9,o - 23,6
IV	347	18	5,2	2,8 - 8,1
I+II+III+IV	7oo	92	13,1	1o,5 - 15,6
I+II+III	353	74	21,o	15,6 - 25,o

Tab. 23: Absolute und relative Häufigkeit der Träger des Merkmals "by. Akt." in den nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten eingeteilten Teilkollektiven der Patientengruppe, in den sicher anfallskranken Teilkollektiven der Patientengruppe (I, II, III) und in der gesamten Patientengruppe

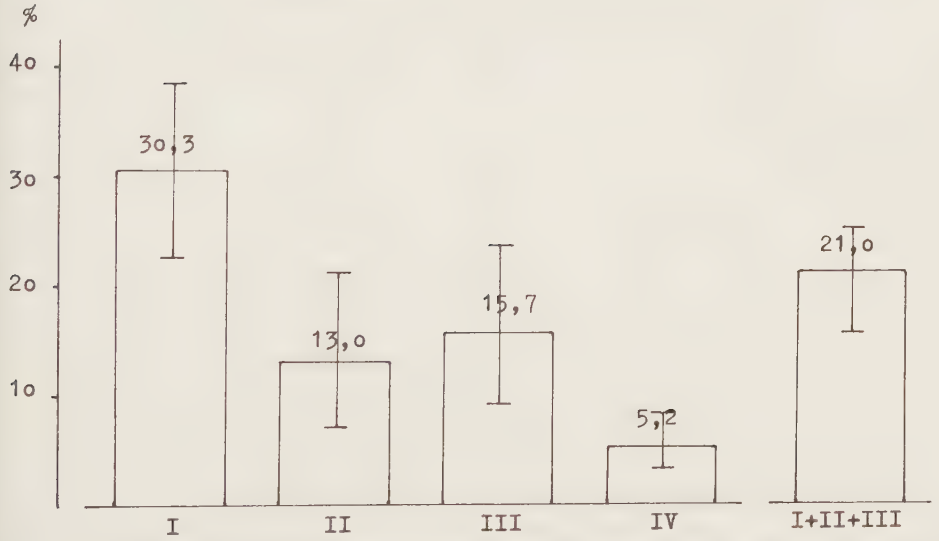


Abb. 23: Relative Häufigkeit der Träger des Merkmals "by.Akt." in den nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten eingeteilten Teilkollektiven der Patientengruppe und in den sicher anfallskranken Teilkollektiven der Patientengruppe (I, II, III)

Patienten mit Hy. Akt. n= 92

		n(Pers.)	rel.%	95%-Vertr.Ber.
Gruppe	I:	44	47,8	37,3 - 58,5
Gruppe	II:	13	14,1	7,7 - 23,o
Gruppe	III:	17	18,5	11,2 - 27,9
Gruppe	IV:	18	19,6	12,o - 29,2
Gesamt		92	1oo,o	

Tab. 24: Absolute und relative Häufigkeit der Mitglieder der nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten eingeteilten Teilkollektive der Patientengruppe im Kollektiv der Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität"

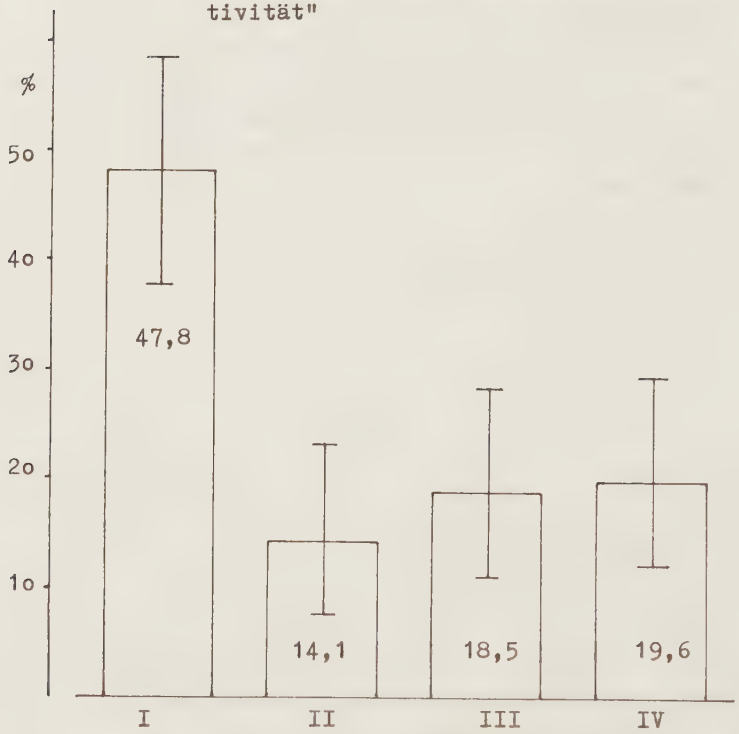


Abb. 24: Relative Häufigkeit der Mitglieder der nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten eingeteilten Teilkollektive der Patientengruppe im Kollektiv der Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität".

3.8.3. Synchronisationsverhalten der Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" im Vergleich zum Restkollektiv der Patientengruppe

Wie bereits erwähnt, konnte bei 92 Personen unserer Patientengruppe im EEG "hypersynchrone" Aktivität nachgewiesen werden; bei den restlichen 6o8 Personen trat eine solche in den untersuchten EEG nicht auf. Bezüglich dieses Unterschiedes wollten wir feststellen, wie sich diese beiden Gruppen in ihrer Synchronisationsneigung in Abhängigkeit von den Stimulationsfrequenzen verhalten. Daher berechneten wir die relative Häufigkeit der in den einzelnen Stimulationsfrequenzen erzielten positiven S. E. in beiden Gruppen (Tab. 25). Die hierzugehörige Abb. 25 zeigt, daß:

- beide Gruppen in ihrem Verlauf einen Gipfel der Synchronisation bei der Frequenz 1o Hz aufweisen,
- die Gruppe mit "hypersynchroner" Aktivität von Frequenz 12 an signifikant geringer synchronisiert als die Patienten ohne "hypersynchrone" Aktivität.

Patienten mit "hypersynchroner" Aktivität (n = 92)

Frequenz	N(Stimulat. mögl.kten bei Az+Aa)	n(pos.S.E.)	rel.%	95% Vertr.ber.
5	171	94	55,o	46,9 - 62,3
7	176	1o3	58,5	5o,4 - 65,7
1o	169	123	72,8	63,8 - 79,8
12	162	1oo	61,7	53,2 - 68,8
15	152	72	47,4	39,2 - 55,7
2o	136	35	25,7	18,2 - 33,8

Patienten ohne "hypersynchrone" Aktivität (n = 6o8)

Frequenz	N(Stimulat. mögl.kten bei Az+Aa)	n(pos.S.E.)	rel.%	95% Vertr.ber.
5	12o6	619	51,3	47,9 - 54,1
7	12o7	749	62,1	59,o - 65,9
1o	121o	952	78,7	75,3 - 81,6
12	1194	883	74,o	7o,9 - 77,5
15	12oo	778	64,8	61,6 - 68,3
2o	1181	573	48,5	44,9 - 51,2

Tab. 25:

Absolute und relative Häufigkeit positiver S.E. in Abhängigkeit von der Stimulationsfrequenz in der Patientengruppe, getrennt für Patienten mit und ohne "hypersynchrone" Aktivität

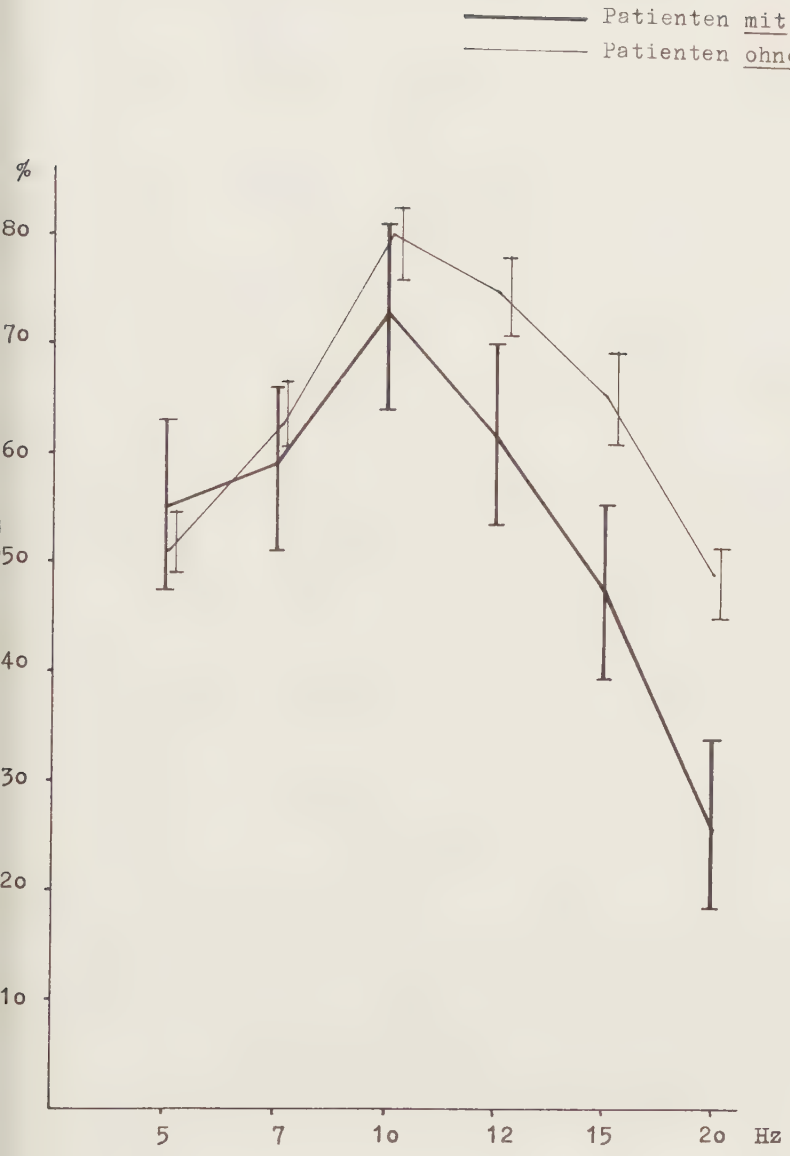


Abb. 25:
Relative Häufigkeit positiver S. E. in Abhängigkeit von der Stimulationsfrequenz in der Patientengruppe - getrennt nach Patienten mit und ohne "hypersynchrone" Aktivität -

3.8.4. Synchronisationsverhalten photosensibler und nicht photosensibler Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität"

Bei der in den EEG unserer Patienten auftretenden Hy. Akt. muß man unterscheiden zwischen

a) von der Stimulation unabhängiger und
b) von der Stimulation abhängiger, d. h. durch diese provozierter "hypersynchroner" Aktivität.

Von der Hy. Akt. zeigenden Gruppe wiesen 23 Personen (= 25%) im EEG eine nicht an die Lichtreizung gebundene Hy. Akt. auf; diese trat schon vor Beginn der Stimulation während der Ruheableitung, in den Pausen zwischen den einzelnen Blitzserien oder im Anschluß an die Lichtreizung auf, stand also zu dieser in keiner Beziehung. Die restlichen 69 Personen (=75 %) zeigten Hy. Akt. nur während der Lichtreizung, reagierten also abhängig von der Photostimulation, d. h. photosensibel.
Für diese beiden Gruppen wurde das Synchronisationsverhalten getrennt untersucht und absolute sowie relative Häufigkeit aller unter den einzelnen Stimulationsbedingungen erzielten positiven S.E. berechnet (Tab. 26). Abb. 26 gibt die gewonnenen Ergebnisse hierzu graphisch wieder. Dabei lassen sich folgende Feststellungen treffen:

- beide Gruppen zeigen ein Maximum ihrer Synchronisationsneigung bei der Frequenz 1o Hz
- die Synchronisationsneigung nicht-photosensibler Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" scheint bei allen untersuchten Stimulationsfrequenzen geringer zu sein als bei den photosensiblen Trägern dieses Merkmals; diese Unterschiede sind allerdings nur für die Stimulationsfrequenzen 5, 12 und 15 Hz signifikant.

Photosensible Patienten mit Hy. Akt. (n = 69)

Frequenz	N(Stimulat. mögl.kten bei Az+Aa)	n(pos. S.E.)	rel.%	V_{er}tr.ber.
5	125	77	61,6	53,2 - 71,1
7	13o	82	63,1	54,2 - 71,3
1o	123	94	76,4	68,o - 83,9
12	116	8o	69,o	59,5 - 77,5
15	1o7	59	55,1	45,2 - 64,8
2o	93	28	3o,1	21,o - 4o,5

Nicht-photosensible Patienten mit Hy. Akt. (n = 23)

5	46	17	37,o	23,2 - 52,5
7	46	21	45,7	3o,9 - 61,o
1o	46	29	63,o	47,6 - 76,8
12	46	2o	43,5	28,9 - 59,o
15	45	13	28,9	16,4 - 44,3
2o	43	7	16,3	6,8 - 3o,7

Tab. 26:
Absolute und relative Häufigkeit positiver S. E. in Abhängigkeit von der Stimulationsfrequenz, getrennt für photosensible und nicht-photosensible Träger des Merkmals "hy. Akt." in der Patientengruppe

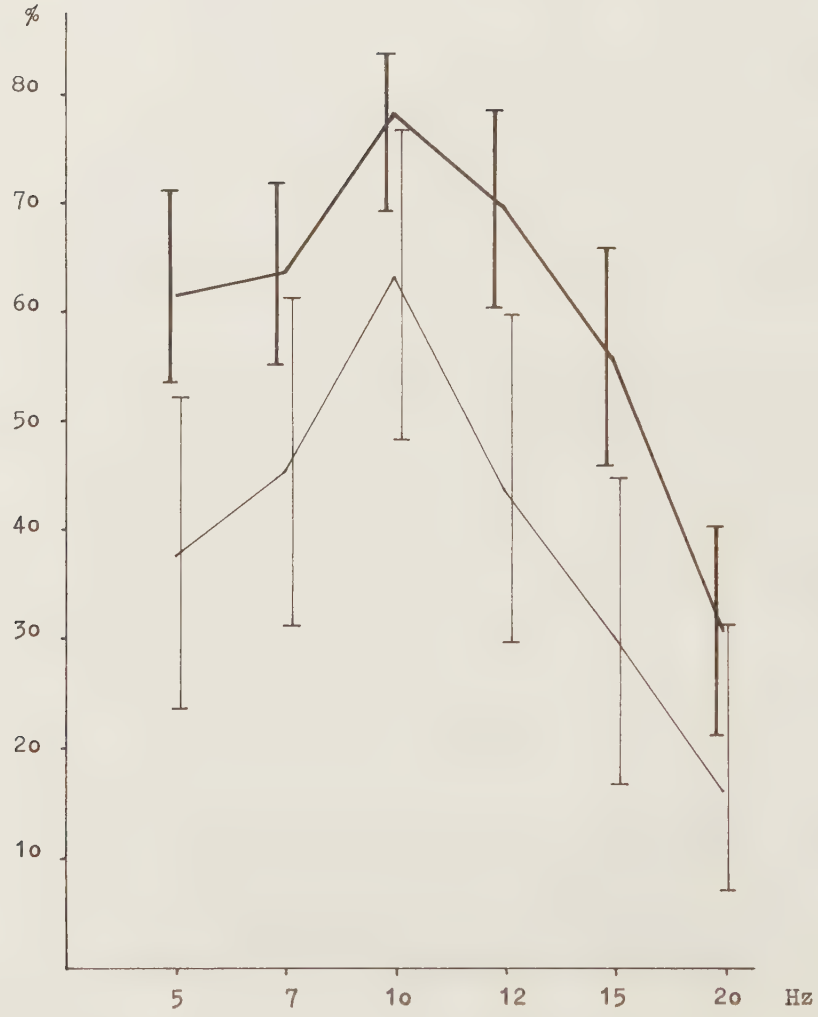


Abb. 26: Absolute und relative Häufigkeit positiver S. E. in Abhängigkeit von der Stimulationsfrequenz, getrennt für photosensible und nicht-photosensible Träger des Merkmals "by. Akt." in der Patientengruppe

3.8.5. Vergleich des Synchronisationsverhaltens photosensibler Probanden mit auf die Occipitalregion beschränkter und generalisierter "hypersynchroner" Aktivität

Da wir mit dem Auftreten von Hy. Akt. auch deren Lokalisation vermerkten, können wir nun untersuchen, ob sich eine Differenz bezüglich der Synchronisationsneigung in den Stimulationsfrequenzen zwischen den Patienten mit unterschiedlicher Lokalisation ihrer Hy. Akt. ergibt. Die Einteilung erfolgte nach dem Auftreten

- nur auf die Occipitalregion beschränkter oder
- generalisierter Hy. Akt.

Da zwei Personen Hy. Akt. aufwiesen, die weder der einen noch der anderen dieser Formen sicher zugeordnet werden konnte, verringerte sich die Anzahl photosensibler Patienten für diese Berechnung von 69 auf 67 Personen.

Unter der Lichtreizung reagierten 18 Patienten (= 26,9%) mit ausschließlich occipitaler und 49 Personen (= 73,1%) mit generalisierter Hy. Akt. Nach Berechnung der relativen Häufigkeit aller positiven S. E. in den einzelnen Stimulationsfrequenzen (Tab. 27 und Abb. 27) können wir feststellen:

- beide Gruppen erzielten die meisten positiven S. E. in der Frequenz 1o Hz
- mit Ausnahme der Frequenz 5 Hz zeigten Patienten mit nur occipitaler Hy. Akt. eine etwas, aber nicht signifikant stärkere Synchronisationsneigung als solche mit generalisierter Hy. Akt.

Photosensible Gruppe mit occipitaler "hypersynchroner" Aktivität (n = 18)

Frequenz	N(Stimulat. mögl.kten mit Az+Aa)	n(pos.S.E.)	rel.%	95% Vertr.ber.
5	36	19	52,8	35,5 - 69,6
7	36	24	66,7	49,o - 81,4
1o	36	29	8o,6	64,o - 91,8
12	35	26	74,3	56,7 - 87,5
15	35	22	62,9	44,9 - 78,5
2o	33	13	39,4	22,9 - 57,9

Photosensible Gruppe mit generalisierter "hypersynchroner" Aktivität (n = 49)

Frequenz	N(Stimulat. mögl.kten mit Az+Aa)	n(pos.S.E.)	rel.%	95% Vertr.ber.
5	9o	58	64,4	53,7 - 74,3
7	9o	54	6o,o	49,1 - 7o,2
1o	83	62	74,7	64,o - 83,6
12	78	51	65,4	53,8 - 75,8
15	7o	37	52,9	4o,6 - 64,9
2o	58	17	29,3	18,1 - 42,7

Tab. 27: Absolute und relative Häufigkeit positiver S. E. in Abhängigkeit von der Stimulationsfrequenz in der Gruppe der photosensiblen Patienten mit ausschließlich occipital lokalisierter und generalisierter "hypersynchroner" Aktivität

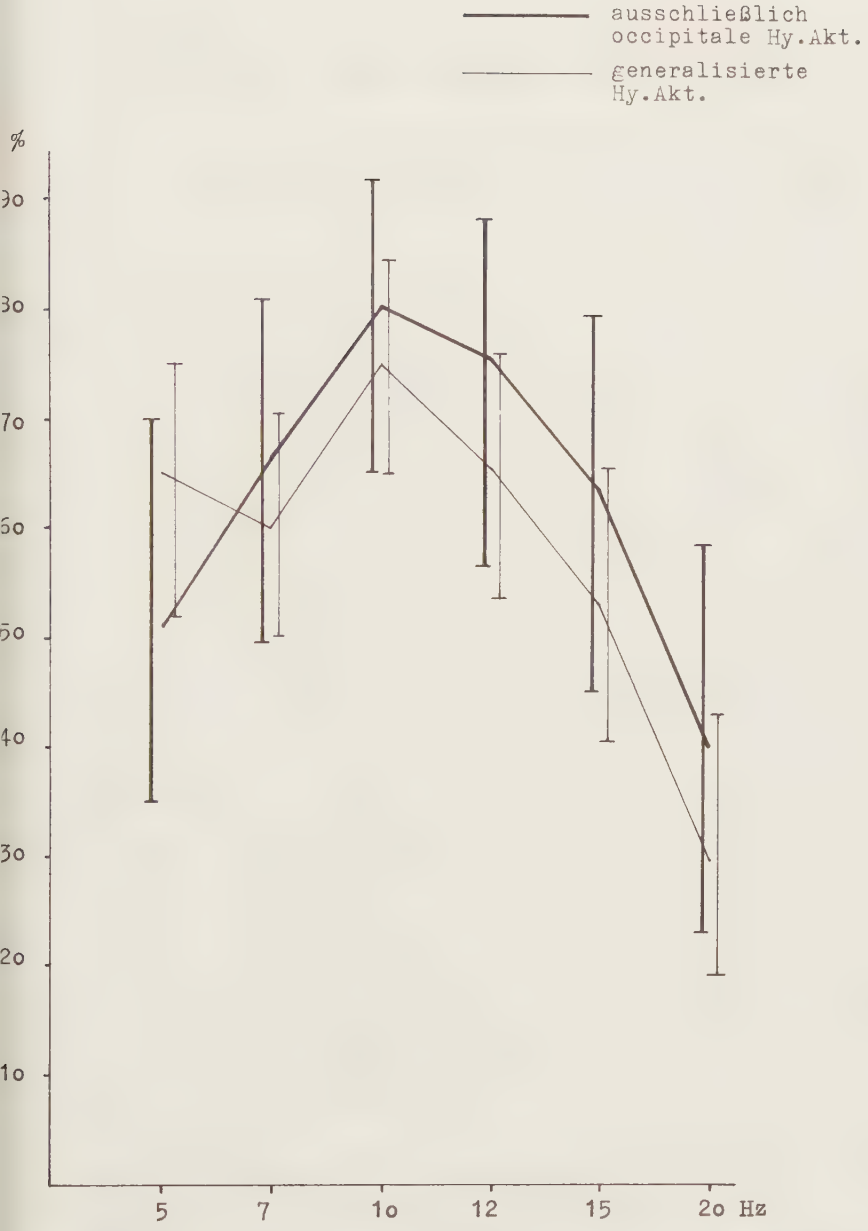


Abb. 27: Absolute und relative Häufigkeit positiver S. E. in Abhängigkeit von der Stimulationsfrequenz in der Gruppe der photosensiblen Patienten mit ausschließlich occipital lokalisierter und generalisierter "hypersynchroner" Aktivität

3.8.6. Beziehung zwischen den Stimulationsbedingungen und der Provokation "hypersynchroner" Aktivität

In diesem Abschnitt soll der Einfluß der Stimulationsbedingungen auf die Provokation von Hy. Akt. bei photosensiblen Patienten untersucht werden, und zwar das initiale Auftreten von Hy. Akt.
Tab. 28 und Abb. 28 zeigen, daß nahezu ein Viertel aller photosensiblen Patienten bereits bei der zuerst dargebotenen und in unserem Stimulationsprogramm somit niedrigsten Stimulationsfrequenz (5 Hz) bereits mit Hy. Akt. reagierte. Nachdem bei der nächsthöheren Stimulationsfrequenz eine Abnahme des initialen Auftretens von Hy. Akt. zu verzeichnen ist, tritt mit einer weiteren Erhöhung der Stimulationsfrequenzen und der sich anschliessenden Darbietung mit unregelmäßigen Lichtblitzen eine leichte Steigerung der Häufigkeit des ersten Auftretens von Hy. Akt. auf. Die an den Schluß jeder Photostimulation gestellte Darbietung von Doppelblitzen ergibt nur noch eine geringe zusätzliche Ausbeute photosensibler Patienten.

Frequenz	N(Pers.)	n(Erstes Auftreten Hy.Akt.)	rel.%	95%-Vertr.ber.
5	65	15	23,1	13,5 - 35,2
7	69	5	7,2	2,4 - 16,1
1o	65	1o	15,4	7,6 - 26,5
12	61	8	13,1	5,8 - 24,2
15	58	11	19,o	9,9 - 31,4
2o	51	9	17,7	8,4 - 3o,9
U	39	9	23,1	11,1 - 39,3
D	25	2	8,o	1,o - 26,o
		69		

Tab. 28: Absolute und relative Häufigkeit des ersten Auftretens "hypersynchroner" Aktivität unter unterschiedlichen Stimulationsbedingungen bei photosensiblen Angehörigen der Patientengruppe. Die ermittelten relativen Häufigkeiten bezieben sich auf die Zahl der unter den aufgeführten Stimulationsbedingungen tatsächlich untersuchten Personen.

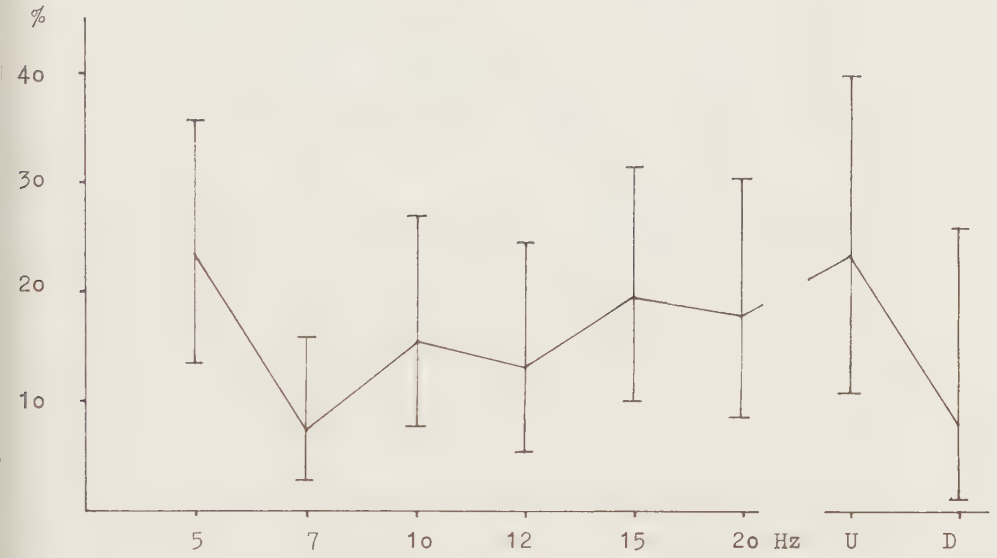


Abb. 28:

Relative Häufigkeit des ersten Auftretens "hypersynchroner" Aktivität unter unterschiedlichen Stimulationsbedingungen bei photosensiblen Angehörigen der Patientengruppe.
Die ermittelten relativen Häufigkeiten bezieben sich auf die Zahl der unter den aufgeführten Stimulationsbedingungen tatsächlich untersuchten Personen
- U = Unregelmäßige Blitzfolge -
- D = Doppelblitze -

3.8.7. Häufigkeit "hypersynchroner" Aktivität unter den einzelnen Stimulationsbedingungen

Im Gegensatz zu Abschnitt 3.8.6., in dem das erste Auftreten von Hy. Akt. untersucht wurde, befaßt sich dieser Abschnitt mit der Häufigkeit des Auftretens von Hy. Akt während der dargebotenen Stimuli, d. h. mit der Frage, ob bestimmte Stimulationsfrequenzen und -bedingungen besonders häufig zum Auftreten Hy. Akt. führen.
Tab. 29 zeigt die absolute und relative Häufigkeit der bei photosensiblen Patienten unter unterschiedlichen Stimulationsbedingungen provozierten Hy. Akt. Die zugehörige Abb. 29 läßt erkennen, daß der Hy. Akt. provozierende Einfluß der Photostimulation mit steigender Frequenz steigt und am stärksten bei Stimulation mit unregelmäßigen Blitzen ausgeprägt ist. Doppelblitze scheinen dagegen für diese Frage keinen zusätzlichen Informationswert zu besitzen.
Obgleich die Anzahl der photostimulierten Patienten mit steigender Stimulationsfrequenz abnimmt - es handelt sich schließlich um photosensible Patienten, bei denen, sobald sich subjektive oder objektive Zeichen eines etwa durch die Lichtreizung provozierten Anfalls bemerkbar machten, die Photostimulation zum Schutze des Patienten abgebrochen wurde - , ist dennoch eine absolute und relative Zunahme der Häufigkeit von Hy. Akt. mit steigender Frequenzzahl bis zur Reizung mit unregelmäßigen Blitzen zu erkennen.

Frequenz	N(Pers.)	n(Hy. Akt.)	rel.%	95%-Vertr.ber.
5	65	15	23,1	13,5 - 35,2
7	69	19	27,5	17,5 - 39,6
1o	65	26	4o,o	28,o - 52,9
12	61	28	45,9	33,1 - 59,2
15	58	36	62,1	48,4 - 74,5
2o	51	38	74,5	6o,4 - 85,7
U	39	32	82,1	66,5 - 92,5
D	25	13	52,o	31,3 - 72,2

Tab. 29: Absolute und relative Häufigkeit des Auftretens "hypersynchroner" Aktivität unter unterschiedlichen Stimulationsbedingungen bei photosensiblen Angehörigen der Patientengruppe.
Die ermittelten relativen Häufigkeiten beziehen sich auf die Zahl der unter den aufgeführten Stimulationsbedingungen tatsächlich untersuchten Personen.

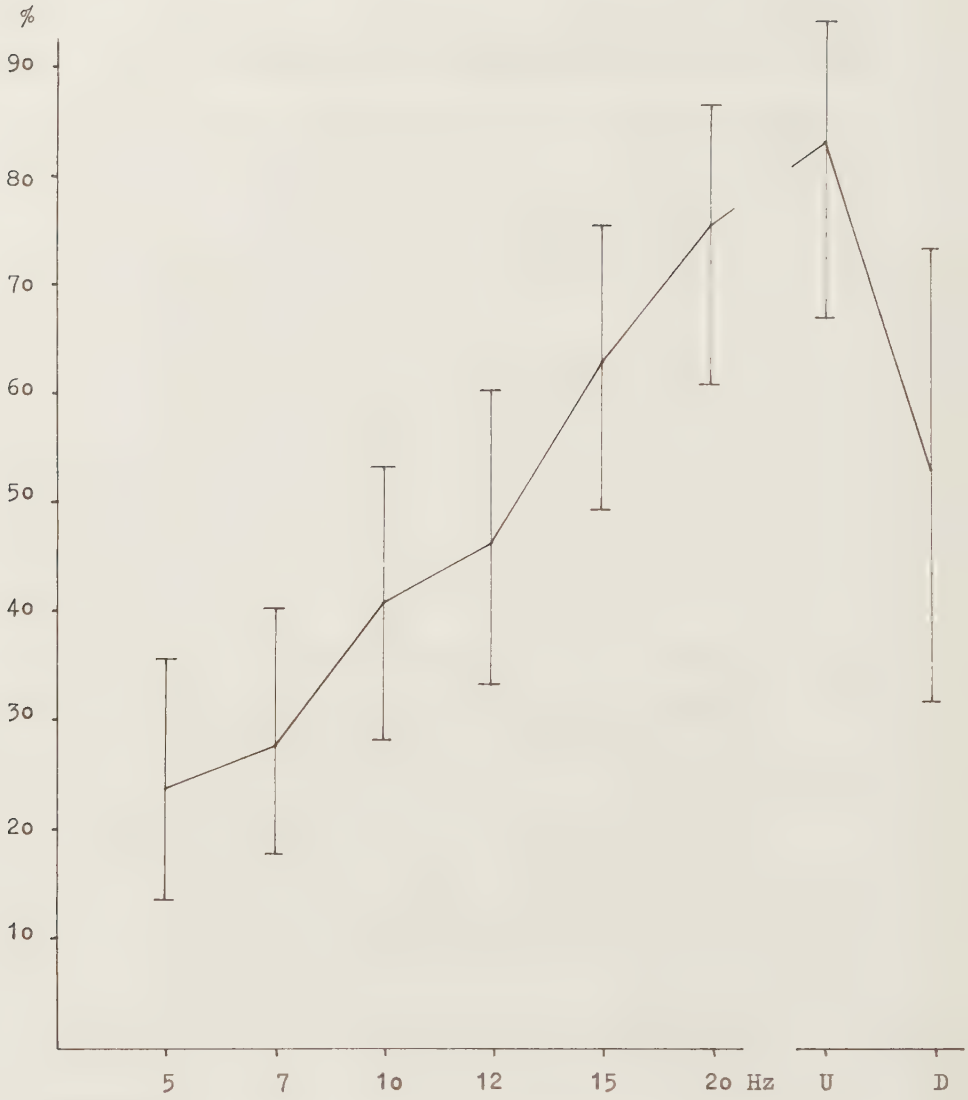


Abb. 29:

Relative Häufigkeit des Auftretens "hypersynchroner" Aktivität unter unterschiedlichen Stimulationsbedingungen bei photosensiblen Angehörigen der Patientengrup
Die ermittelten relativen Häufigkeiten beziehen sich au
die Zahl der unter den aufgeführten Stimulationsbedingungen tatsächlich untersuchten Personen

- U = Unregelmäßige Blitzfolge -
- D = Doppelblitze -

3.9. Häufigkeit des Auftretens eines Fotomyoklonus

Unter den 7oo Probanden der Patientengruppe fanden sich 23 Personen, die unter der Photostimulation mit dem Auftreten eines Fotomyoklonus reagierten. Unter den 1oo Kontrollpersonen wurde diese Erscheinung nur einmal registriert. Nähere Untersuchungen zu diesem Thema wurden von G. UNGEMACH durchgeführt (G. UNGEMACH, Diss. Marburg/L., 1978).

4. DISKUSSION

Diese Arbeit befaßt sich mit zwei Schwerpunkten im Rahmen der klinischen Anwendung der Photostimulation. Zum einen ist dies die Synchronisationsneigung und zum anderen das Auftreten "hypersynchroner" Aktivität.

Bei der Untersuchung der Synchronisationsneigung berücksichtigten wir sowohl das Lebensalter der Personen als auch die dargebotenen Stimulationsbedingungen und in der Patientengruppe zusätzlich klinisch-epileptologische Gesichtspunkte.
Bei Betrachtung der Synchronisationsneigung in Abhängigkeit vom Lebensalter fanden wir in der Patientengruppe eine zwar außerordentlich starken individuellen Schwankungen unterworfene, trotz der dadurch bedingt großen Streuung jedoch mit zunehmendem Lebensalter ansteigende Tendenz des Synchronisationsvermögens; dieses Ergebnis konnte auch statistisch gesichert werden. In der - wesentlich kleineren - Kontrollgruppe war ein solcher Trend nicht erkennbar.
LIEHR kam in seiner 1975 an einem wesentlich kleineren Material, nämlich einer 175 Personen umfassenden Patienten- und 5o Personen umfassenden Kontrollgruppe zu einem scheinbar dem unseren widersprechenden Ergebnis: er fand eine mit dem Lebensalter steigende Synchronisationsneigung nur in der Kontroll-, nicht aber in der Patientengruppe. Er hat seine Ergebnisse aber im Gegensatz zu uns keiner Regressionsanalyse unterworfen, sondern bei Häufigkeitsvergleichen mit Hilfe des χ^2-Tests nur zwischen zwei weit auseinanderliegenden Altersklassen der Kontrollgruppe, nicht aber zwischen allen übrigen Altersklassen, signifikante Unterschiede gefunden.
Unter diesen Umständen scheint es uns berechtigt zu

sein, aus den an unserer 7oo Personen umfassenden, also wesentlich größeren Patientengruppe mit einem an die Fragestellung besser angepaßten statistischen Verfahren erzielten Ergebnissen auf eine tatsächlich bestehende Altersabhängigkeit der Synchronisationsneigung zu schließen.
Ob es sich bei dieser Altersabhängigkeit nun um ein den "epileptischen" Angehörigen der Patientengruppe zugeordnetes oder um ein epilepsieunabhängiges Merkmal handelt, läßt sich zunächst nicht entscheiden, da die bereits erwähnte große interindividuelle Streuung die Durchführung der Regression an den nach klinischen Gesichtspunkten gebildeten Teilkollektiven der Patientengruppe nicht zuließ. Jedenfalls erscheint es uns nicht berechtigt, aus dem fehlenden Nachweis dieser Altersabhängigkeit in der Kontrollgruppe auf das Fehlen einer Altersabhängigkeit in einer gesunden Population zu schließen; diese Frage bedarf einer weiteren Untersuchung an einem größeren Patientengut.
Die außerordentliche Inhomogenität der Patientengruppe, die bekanntlich aus Patienten mit sog. "zentrencephalen" Anfällen, Patienten mit primär fokalen Anfällen unterschiedlicher Ätiologie, unklassifizierbaren Anfällen und fraglich oder nicht anfallskranken Personen besteht, macht es jedenfalls nicht sehr wahrscheinlich, daß ein trotz großer Streuung statistisch nachweisbarer Alterstrend auf die Eigenschaften eines oder mehrerer Teilkollektive dieser Gruppe zurückgeht; wahrscheinlicher dürfte eine allgemein bestehende Altersabhängigkeit der Synchronisationsneigung sein.

Bei der Untersuchung der Synchronisationsneigung in Abhängigkeit von den dargebotenen Stimulationsbedingungen gelangten wir zu dem Ergebnis, daß die Patientengruppe, auch bei ihrer Unterteilung in zahlenmäßig sehr kleine Teilkollektive, immer wieder ein Maximum ihrer Synchronisationsneigung bei der Stimulations-

frequenz 1o Hz aufwies. In der Kontrollgruppe lag der Gipfel der Synchronisierungseffekte bei 12 - 15 Hz. Dieser statistisch nicht abgrenzbare Unterschied zwischen Patienten- und Kontrollgruppe führt zu der Frage, ob eine Trennung der beiden Kollektive bezüglich des nicht weit voneinander liegenden Maximums ihrer Synchronisationsneigung erlaubt ist. Wir sind der Ansicht, daß man diesen kleinen Unterschied nicht als Ausdruck eines unterschiedlichen Synchronisationsverhaltens interpretieren kann und vermuten eher, daß in beiden Gruppen der Gipfel ihrer Synchronisationsneigung in der Nähe der Grundfrequenz zu finden und die etwas unterschiedliche Lage der Gipfel in beiden Stichproben zufallsbedingt ist.
Damit stünde dieser Befund in Übereinstimmung mit dem aus der Literatur hinlänglich bekannten Ergebnis, daß die am häufigsten zu Synchronisierungseffekten führende Stimulationsfrequenz in der Nähe der Grundfrequenz liegt.

Bei dem Vergleich von Patienten- und Kontrollgruppe in Bezug auf die Häufigkeit der erzielten Synchronisierungseffekte konnten wir eine signifikant stärkere Synchronisationsneigung in der Kontrollgruppe feststellen.
Damit konnte das von LIEHR an einem kleineren Kollektiv erzielte, aus den bisher über die Synchronisationsneigung durchgeführten Untersuchungen noch nicht bekannte gleichartige Ergebnis bestätigt werden.
Dabei ließ sich an unserem Material - ähnlich wie bei LIEHR - durch Untersuchung der Synchronisationsneigung an nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten aufgeteilten Teilkollektiven der Patientengruppe ein gleichsinniges Verhalten der Synchronisationsneigung nachweisen: die Synchronisation war innerhalb der Patientengruppe am geringsten in der Gruppe mit primär generalisierten ("zentrencephalen") Anfällen und am

ausgeprägtesten in der Gruppe fraglicher oder nicht Anfallskranker, während die Patienten mit primär fokalen oder nicht klassifizierbaren Anfällen eine Zwischenstellung einnahmen.
Somit scheint uns der Nachweis geführt, daß die Synchronisationsneigung nicht nur - wie bereits geläufig - keinen verwertbaren pathologischen Befund, sondern sogar ein mit einer Epilepsiebereitschaft - insbesondere einer solchen "zentrencephalen" Typs - negativ korreliertes Merkmal darstellt.

Der zweite Schwerpunkt unserer Arbeit lag im Auftreten von "hypersynchroner" Aktivität und insbesondere in der Synchronisation der Träger dieses Merkmals.

Unabhängig davon, ob sie erst durch Photostimulation hervorgerufen oder bereits spontan aufgetreten war, wiesen 92 Angehörige der Patientengruppe im EEG "hypersynchrone" Aktivität auf; das entspricht einer Häufigkeit von 13,1%. Am häufigsten zeigte sich dieses Merkmal erwartungsgemäß in der Gruppe "zentrencephal" Anfallskranker, und zwar sowohl, wenn man die Verteilung der nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten eingeteilten Teilkollektive der Patienten auf die Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" als auch, wenn man - umgekehrt - die Häufigkeit des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" innerhalb dieser Gruppen untersucht; unter den Trägern des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" fanden sich fast 5o% an primär generalisierten Anfällen Leidende, während sich der Rest auf die übrigen drei Teilkollektive verteilte, und in der klinischen Gruppe primär generalisierter Anfallskranker zeigten sich ca. 3o% Träger dieses Merkmals gegenüber ca. 5 - 16% in den übrigen Gruppen.

Dieses Ergebnis entspricht den Erwartungen und zeigt die bekannte Tatsache, daß das Auftreten "hypersynchroner" Aktivität auf eine Epilepsiebereitschaft

schließen läßt und bei Anfällen vom sog. "zentrencephalen" Typ häufiger ist als bei anderen Verlaufsformen einer Epilepsie.
Bei der Untersuchung der Synchronisationsneigung der Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" zeigte sich uns ein sehr interessantes, sich sehr gut in die oben bereits diskutierte Synchronisationsneigung einfügendes Ergebnis: das Synchronisationsvermögen der Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" ist nämlich im Bereich höherer Stimulationsfrequenzen (ab 12 Hz) signifikant geringer als die des Restkollektivs von Patienten ohne "hypersynchrone" Aktivität.

Die bereits vor Mitberücksichtigung der Beziehung zwischen "hypersynchroner" Aktivität und Synchronisationsneigung getroffene Feststellung einer negativen Korrelation zwischen Epilepsieinzidenz und Synchronisationsneigung findet durch diesen Befund eine weitere Stütze.

Bis jetzt haben wir bei den Trägern des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" noch nicht unterschieden, ob diese unabhängig von der Photostimulation oder durch diese provoziert, d. h. als Ausdruck einer Photosensibilität, aufgetreten ist.
Da sich jedoch die vorliegende Untersuchung mit den Effekten der Photostimulation befaßt, muß die Frage, ob sich das Synchronisationsverhalten der vermutlich homogeneren Gruppe der photosensiblen Träger "hypersynchroner" Aktivität von dem der sicher wesentlich heterogeneren Gruppe nicht-photosensibler Träger "hypersynchroner" Aktivität unterscheidet, von besonderem Interesse sein.
Also trennten wir dieses Kollektiv nach diesen Kriterien und verglichen die Synchronisationsneigung der photosensiblen und nicht-photosensiblen Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" in Beziehung zur Stimulationsfrequenz miteinander; dabei kamen wir zu

dem Ergebnis, daß photosensible häufiger, bei drei von sechs Frequenzen sogar signifikant häufiger, synchronisierten als nicht-photosensible Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität".
Dieses Ergebnis steht nun in einem auffälligen Widerspruch zu dem bereits referierten und diskutierten, das wir bei dem Vergleich der Patienten- mit der Kontrollgruppe und innerhalb der Patientengruppe zwischen dem Teilkollektiv sog. "zentrencephal" Anfallskranker einerseits und den übrigen Teilkollektiven andererseits gefunden hatten: aus diesen Ergebnissen hatte sich bekanntlich eine negative Korrelation zwischen Epilepsieinzidenz und Synchronisationsneigung ergeben.

Dieser Widerspruch läßt sich nur auflösen, wenn man davon ausgeht, daß das Gesamtsynchronisationsverhalten der Patientengruppe und insbesondere des Teilkollektivs sog. "zentrencephal" Anfallskranker mehr von den nicht-photosensiblen Mitgliedern dieser Kollektive als von den photosensiblen bestimmt wird, und daß die photosensiblen Patienten innerhalb der Patientengruppe eine Sonderstellung einnehmen.
Diese Uberlegung führt zu der Frage, ob die bei photosensiblen Trägern "hypersynchroner" Aktivität auftretenden Synchronisierungseffekte mit den auch bei nicht-Anfallskranken zu beobachtenden Synchronisationsphänomenen identisch sind oder nicht. Denkbar wäre z. B., daß die bei photosensiblen Patienten auftretenden Synchronisierungseffekte in Wirklichkeit noch auf die Occipitalregion beschränkte, von "normalen" Synchronisierungseffekten aber nicht oder nicht eindeutig unterscheidbare, blitzsynchrone "hypersynchrone" Aktivität darstellen und somit etwas grundsätzlich anderes sind als sog. "normale" Synchronisierungseffekte. Für diese Annahme könnte sprechen, daß auch eindeutige "hypersynchrone" Aktivität häufig vor ihrer Generalisierung occipital beginnt oder ganz auf die Occipitalregion begrenzt bleibt.

In diesem Zusammenhang ist an die von LIEHR 1975 in seiner Dissertation versuchte Unterscheidung zwischen mit einer Epilepsiebereitschaft negativ korrelierten "normalen" Synchronisierungseffekten und mit Epilepsie positiv korrelierten sog. "synchronisierten Spitzenpotentialen" zu erinnern. "Synchronisierte Spitzenpotentiale" fand LIEHR bevorzugt unter seinen photosensiblen Patienten.
Wir hatten bei der Auswertung unseres Materials wegen der auch schon für LIEHR wegen des Fehlens ausreichend exakter Kriterien schwierigen Unterscheidung zwischen sog. "normalen" Synchronisierungseffekten und "synchronisierten Spitzenpotentialen" auf eine getrennte Erfassung dieser beiden Merkmale verzichtet und nur zwischen "hypersynchroner" Aktivität und Synchronisierungseffekten unterschieden.
Das von uns gefundene "besondere", sich von dem Verhalten nicht-photosensibler Träger "hypersynchroner" Aktivität abhebende Synchronisationsverhalten photosensibler Patienten scheint nun auf einem anderen Wege, ohne die Notwendigkeit einer formalen Differenzierung zwischen "normalen" Synchronisierungseffekten und "synchronisierten Spitzenpotentialen" zu einem ähnlichen Ergebnis zu führen und die Ergebnisse von LIEHR damit indirekt zu bestätigen.
Unter den photosensiblen Patienten lassen sich nun nach dem EEG zwei Gruppen unterscheiden, von denen die eine zum Auftreten generalisierter (in unserem Material 49 Personen) und die andere zum Auftreten nur occipital lokalisierter (in unserem Material 18 Personen) "hypersynchroner" Aktivität neigt. Nach den bisher diskutierten Ergebnissen über das Synchronisationsverhalten photosensibler Patienten erhebt sich die Frage, ob sich auch für diese beiden Untergruppen Unterschiede nachweisen lassen. Man könnte annehmen, daß ausschließlich occipital lokalisierte "hypersynchrone" Aktivität engere Beziehungen zu einer

abnormen bzw. pathologischen Synchronisationsneigung aufweist als im Rahmen einer Photosensibilität generalisiert auftretende "hypersynchrone" Aktivität.
Die Überprüfung dieser Frage führte nun in der Tat zu dem Ergebnis, daß die Synchronisationsneigung der Patienten mit generalisierter "hypersynchroner" Aktivität anders ist als die der Patienten mit ausschließlich occipital lokalisierter. Während die zahlenmäßig etwas stärkere Gruppe mit durch Photostimulation provozierter, primär generalisierter "hypersynchroner" Aktivität ein relativ geringeres Synchronisationsvermögen aufweist und sich somit etwas dem von uns allgemein gefundenen Ergebnis einer geringen Synchronisationsneigung epileptisch Erkrankter annähert, scheint die Gruppe mit ausschließlich occipital lokalisierter "hypersynchroner" Aktivität eine noch etwas stärkere Synchronisationsneigung aufzuweisen. Dieses Resultat ließ sich jedoch wegen der geringen Besetzungszahlen statistisch nicht sichern und stellt vorläufig nur einen zu einer weiteren Überprüfung anregenden Hinweis dar.
Man könnte sich jedoch vorstellen, daß die von uns gefundene, ausschließlich occipital lokalisierte "hypersynchrone" Aktivität gewissermaßen eine "Exacerbationsform" der von LIEHR gefundenen "synchronisierten Spitzenpotentiale" darstellt, und daß diese beiden Antworten auf die Photostimulation quantitativ unterschiedliche Ausformungen eines prinzipiell gleichartigen Geschehens sind. Beide wären also von den "normalen", mit einer Epilepsieneigung negativ korrelierten Synchronisierungseffekten abzutrennen und stellten ein pathologisches, für das Vorliegen einer Bereitschaft zu epileptischen Reaktionen sprechendes Merkmal dar.
Andererseits gelangten wir oben zu dem Ergebnis, daß die nicht-photosensiblen Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" geringer synchronisierten als die photosensiblen.

Vergleichen wir nun diese drei Kollektive, photosensible mit ausschließlich occipitaler, mit generalisierter "hypersynchroner" Aktivität und nicht-photosensible Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" in ihrem Synchronisationsverhalten, so stellen die nicht-photosensiblen Merkmalsträger die am geringsten synchronisierende Gruppe dar, während die photosensiblen mit rein occipital lokalisierter "hypersynchroner" Aktivität am häufigsten Synchronisierungseffekte aufweisen, relativ dicht gefolgt von dem im Rahmen einer Photosensibilität generalisierte "hypersynchrone" Aktivität zeigenden Kollektiv.
Dies legt den Schluß nahe, daß es sich sowohl bei der generalisiert als auch bei der ausschließlich occipital lokalisierten "hypersynchronen" Aktivität tatsächlich um eine "Exacerbationsform" der von LIEHR beschriebenen "synchronisierten Spitzenpotentiale" handeln könnte.

Schließlich wurde bei photosensiblen Patienten die Beziehung zwischen den zur Anwendung gelangten Stimulationsbedingungen und der Provokation "hypersynchroner" Aktivität untersucht.
Dabei ging es um die Frage, welche Stimulationsbedingung bei dem von uns untersuchten Programm - zunächst Reizung mit Blitzfolgen steigender Frequenz, dann mit unregelmäßigen und zuletzt mit Doppelblitzen -

a) als <u>erste</u>

und welche

b) als <u>häufigste</u>

zur Provokation "hypersynchroner" Aktivität führte.
Die Untersuchung der Frage a) hat ergeben, daß nahezu ein Viertel aller photosensiblen Patienten schon auf die in unserem Programm niedrigste Stimulationsfrequenz, nämlich 5 Hz, mit "hypersynchroner" Aktivität reagierte. Bei Patienten, die auf diese niedrigste

Stimulationsfrequenz noch nicht mit "hypersynchroner" Aktivitat antworteten, brachten die nächstfolgenden höheren zunächst nur einen geringen, mit steigender Frequenz aber langsam anwachsenden Informationszuwachs. Bei einer relativ hohen Prozentzahl führten nach erfolglosem Einsatz von Blitzfolgen konstanter Frequenzen erst unregelmäßige Blitze zu positiven Effekten, während der durch Darbietung von Döppelblitzen zu erreichende provokative Effekt sehr gering war.

Die Untersuchung der Frage b), welche Stimulationsbedingung am häufigsten zur Provokation "hypersynchroner" Aktivität führte, ergab eine eindeutige Zunahme positiver Effekte mit steigender Frequenz, einen besonders starken Provokationseffekt unregelmäßiger Blitzfolge und vergleichsweise geringe Effekte der Stimulation mit Doppelblitzen.

Da also schon niedrige Stimulationsfrequenzen häufig zu positiven Effekten führen und der provozierende Effekt anschließend mit steigender Frequenz langsam und beim Ubergang auf unregelmäßige Blitze noch einmal stark ansteigt, wird die für diese Arbeit verwendete, in weitgehender Übereinstimmung mit den Empfehlungen des Arbeitskreises für pädiatrische Elektroencephalographie stehende Stimulationstechnik als ein sowohl wirksames als auch schonendes Verfahren ausgewiesen. Durch einen vorsichtigen Übergang von schwächeren auf stärker provozierende Reize lassen sich unerwünschte Wirkungen der Photostimulation, insbesondere die Provokation von Anfällen, sicher besser vermeiden als ein Beginn mit den am stärksten provozierenden raschen und unregelmäßigen Blitzfolgen.

5. ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wurden 7oo unter Photostimulation abgeleitete EEG der Universitäts-Nervenklinik Marburg/L. unter verschiedenen Gesichtspunkten mit Schwerpunkt auf die Synchronisationsneigung und das Auftreten "hypersynchroner" Aktivität ausgewertet und einer aus 1oo Probanden bestehenden Kontrollgruppe gegenübergestellt.

Die Patientengruppe wurde nach klinisch-epileptologischen Gesichtspunkten in vier Teilkollektive unterteilt:

- Patienten mit sog. "zentrencephalen" Anfällen,
- Patienten mit primär fokalen Anfällen,
- Patienten mit nicht klassifizierbaren Anfällen,
- Patienten ohne bzw. mit fraglichen Anfällen.

-- Erwartungsgemäß fand sich eine familiäre Belastung im Hinblick auf ein epileptisches Leiden gehäuft bei Patienten mit sog. "zentrencephalen" Anfällen und wesentlich seltener bei Patienten mit primär fokalen Anfällen.

-- Bei unseren Untersuchungen konnten wir bei der Unterteilung unseres Materials in männliche und weibliche Teilkollektive keine wesentlichen geschlechtsspezifischen Unterschiede feststellen.

-- Im Hinblick auf die Synchronisationsneigung ergab sich bei Untersuchung der Teilbedingung "geöffnete und geschlossene Augen" keine wesentliche Differenz.

Bezüglich der Synchronisationsneigung wurde gefunden:

-- In der Patientengruppe konnte trotz großer individueller Schwankungen ein statistisch abgesicherter Anstieg der Synchronisationsneigung mit Zunahme des Lebensalters festgestellt werden. In der Kontrollgruppe ergab sich eine solche altersabhängige Änderung der Synchronisationsneigung nicht, möglicherweise in Folge ihres zu geringen Umfanges.

-- In der Patientengruppe lag der Gipfel der Synchronisationsneigung bei der Darbietung der Stimulationsfrequenz 1o Hz, in der Kontrollgruppe bei 12 - 15 Hz. Dieser statistisch nicht zu sichernde Unterschied dürfte am ehesten zufallsbedingt sein; in beiden Kollektiven liegt das Synchronisationsmaximum erwartungsgemäß in der Nähe der Grundfrequenz.

-- Die Synchronisationsneigung war bei der Kontrollgruppe signifikant stärker ausgeprägt als bei der Patientengruppe.

-- Sicher an Epilepsie leidende Patienten zeigten eine geringere Synchronisationsneigung als Personen ohne bzw. mit fraglichen Anfällen und als die Kontrollgruppe.
Dies spricht für eine mit steigender Epilepsieinzidenz abnehmende Synchronisationsneigung.

Zum Schwerpunkt "hypersynchrone" Aktivität ist zu sagen:

-- Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" waren in der Gruppe mit sog. "zentrencephalen" Anfällen im Vergleich zu den übrigen Teilkollektiven der Patientengruppe deutlich überrepräsentiert.

-- Unter den Trägern des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" gehörten fast 5o% der Gruppe mit primär generalisierten Anfällen an.

-- Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" wiesen im allgemeinen eine geringere Synchronisationsneigung auf als Personen ohne dieses Merkmal.

-- Photosensible Träger des Merkmals "hypersynchrone Aktivität" synchronisierten häufiger als nichtphotosensible Träger dieses Merkmals.

-- Photosensible Patienten mit ausschließlich occipital lokalisierter "hypersynchroner" Aktivität zeigten häufiger Synchronisierungseffekte als photosensible Patienten mit generalisierter "hypersynchroner" Aktivität.

-- Nahezu 25% aller photosensiblen Patienten reagierten schon bei der ersten geflackerten Stimulationsfrequenz (5 Hz) mit "hypersynchroner" Aktivität.

-- Die Häufigkeit des Auftretens "hypersynchroner" Aktivität nahm mit Erhöhung der Stimulationsfrequenz und der sich anschließenden Darbietung unregelmäßiger Blitzfolgen deutlich zu.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. ARBEITSKREIS für PÄDIATRISCHE KLINISCHE ELEKTRO-ENCEPHALOGRAPHIE: Ableitung und Beschreibung des kindlichen EEG. Desitin-Werk Carl Klinke G.m.b.H. Hamburg

2. ADRIAN, E. D., MATTHEWS, B. H. C.: The Berger-rhythm: Potential changes from the occipital lobes in man. Brain, 57, 355 (1934)

3. BARLOW, J. S.: Rhythmic activity induced by photic stimulation in relation to intrinsic activity of the brain in man. Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 12, 317-326 (1960)

4. BARTLEY, S. H.: Relation of intensity and duration of brief retinal stimulation by light to the electrical response of the optic cortex of the rabbit. Amer. J. Physiol. 108, 397-408 (1934)

5. BERGER, H.: Über das Encephalogramm des Menschen. Arch. Neur. psychiatr. Psych. Nervenh. 87, 527 (1929)

6. BICKFORD, R. G.: Electroencephalographic and clinical response to light stimulation in normal subjects. Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 1, 126 (1949)

7. BICKFORD, R. G.: Hyperventilation and photic stimulation. Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 17, 472 (1964)

8. BICKFORD, R. G., SEM-JACOBSEN, C. W., WHITE, Ph. T., DALY, D.: Some observations on the mechanism of photic and photometrazol activation. Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 4, 275-282 (1952)

9. BICKFORD, R. G., WHITE, Ph. T., SEM-JACOBSEN, C. W., ROBIN, E. A.: Components of the photomyoclonic in man. Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 12, 15-16 (1953)

1o. BISHOP, G., O'LEARY, J.: Components of the electrical response of the optic cortex of the rabbit. Amer. J. Physiol. 117, 292-3o8 (1936)

11. BRANDT, H., BRANDT, S., VOLLMOND, K.: EEG response to photic stimulation in 12o normal children. Epilepsie 2, 313-317 (1961)

12. CAMPBELL, R. C., Statistische Methoden für Biologie und Medizin, 1971

13. COBB, St.: Photic driving as a cause of clinical seizures in epileptic patients. Arch. Neurol. Psychiat. 58, 7o-71

14. COURJOU, J., MOENE, Y., REVOL, M., GERIN, P.: Occipital attacks triggered by photic stimulation. Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 25, 591 (1968)

15. DAVIDSON, S. H., WATSON, C. W.: Hereditary light sensitive epilepsy. Neurology (Minneap.) 6, 135 (1956)

16. DOOSE, H., GERKEN, H.: Photosensibilität, Genetische Grundlagen und klinische Korrelationen.
J. EEG-EMG, 4 182-187 (1973)

17. DOOSE, H., GERKEN, H., HIEN-VÖLPEL, K. F., VÖLZKE, E.: Genetics of photosensitive epilepsy.
Sonderdruck aus: Neuropädiatrie 1, 56-73 (1969)

18. DURUP, G., FESSARD, A.: L'électroencephalogramme de l'homme: Observations psycho-physiologiques relatives à l'action des stimulis visuels et auditifs.
Ann. Psychol. 36, 1-35 (1935)

19. ENGEL, J.: Selective photoconvulsive response to intermittent diffuse and patterned photics stimulation.
Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 37, 283-291 (1974)

2o. FISCHER, M. H.: Elektrobiologische Erscheinungen an der Hirnrinde.
Arch. ges. Physiol. 23o, 161-178 (1932)

21. FRIEDMANN, M.: Zur Kenntnis der gehäuften nichtepileptischen Absencen im Kindesalter.
Z. ges. Neurol. Psychiat. 9, 245 (1912)

22. GASTAUT, H.: Effects des stimulations physiques sur l'EEG de l'homme.
Elektroenceph. clin. Neurophysiol. Suppl. 2, 69 (1949)

23. GASTAUT, H., TREVISAN, C., NAQUET, R.: Diagnostic value of electroencephalographic abnormalities provoked by IPS.
Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 1o, 194 (1958)

24. GASTAUT, H.: 11th international congress of the international league against epilepsy. Suppl. to Epilepsy, 1o (1969)

25. GASTAUT, H., ROGER, J., GASTAUT, Y.L'épilepsie induite par la stimulation lumineuse intermittente rhythmée ou épilepsie photogénique. Revue Neurologique Tome 8o, 3, 161-183 (1948)

26. GASTAUT, H.: Combined photic and metrazol activation of the brain. Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 2, 249-261 (195o)

27. GASTAUT, H., CORRIOL, J.: Note préliminaire sur en procédé nouveaux et particulierement éfficcace de stimulation lumineuse intermittente. Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 3, 87-88 (1951)

28. HESS, R.: Normal limits of photic stimulation. Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 14, 434 (1962)

29. IHM, P.: Persönl. Mitteilungen

3o. JANZ, D.: Die Epilepsien. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1969)

31. JOHNSON, L., ULETT, G.: Stability of photic driving and relation to resting EEG. Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 9, 174 (1957)

32. KETZ, E.: Photische Stimulation bei Epilepsie mit paradoxem Provokationseffekt. Schweiz. Arch. Neurol. Psychiatr. 93, 8-13 (1964)

33. KOOI, K. A., ECKMANN, H. G., THOMAS, M. H.: Observations on the response to photic stimulation in organic dysfunction. Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 9, 239-25o (1957)

34. KORNMULLER, A. E.: Architektonische Lokalisation bioelektrischer Erscheinungen auf der Großhirnrinde. Untersuchungen am Kaninchen bei Augenbeleuchtung. J. Psychol. Neurol. 49, 447-459 (1932)

35. LIEHR, R.: Zur Frage der Bedeutung okzipitaler Synchronisierungseffekte bei der Photostimulation in der Epilepsiediagnostik. Marburg, Med. F. Diss. (1975)

36. LOOMIS, A.L., HARVEY, E. N., HOBART, G.: Electrical Potentials of the Human Brain. Exper. Psychol. 19, 249-279 (1936)

37. LÜTCKE, A.: Persönl. Mitteilungen

38. MAHESHWARI, M. C., JEAVONS, P. M.: The clinical significance of occipital spikes as a sole response to intermittent photic stimulation. Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 39, 93-95 (1975)

39. MARSHALL, C., WALKER, A. E., LIVINGSTONE, S.: Photogenic epilepsy, Parameters of activation. Arch. Neurol. Psychiat. (Chic.) 69, 76o-765 (1958)

4o. MELIN, K. H.: Photostimulation as an aid in EEG. Acta pädiat. (Stockh.) 39, 148 (195o)

41. MEIER-EWERT, K., BROUGHTON, R.J.: Photomyoclonic response of epileptic and non-epileptic during wakefullness, sleep and arousal.

Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 23, 142-151 (1967)

42. MEIER-EWERT, K., HOFFMANN, J.: Epilepsie und Sinnesreize, klinische und klinisch-neurologische Aspekte.
Der Nervenarzt 44, 225-233 (1973)

43. MELSEN, S.: The Value of photic stimulation in the diagnostic of epilepsy.
J. nerv. ment. Diss. 128, 508 (1959)

44. MUNDY-CASTLE, A. C.: An analysis of central response to photic stimulation in normal adults.
Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 5, 1-22 (1953)

45. RABENDING, G., KLEPEL, H.: Photokonvulsivreaktion und Photomyoklonus: Altersabhängige genetisch determinierte Varianten der gesteigerten Photosensibilität.
Neuropäd. 2, 164-172 (1970)

46. RABENDING, G., SCHMIDT, J.: Photomyoklonus
Das deutsche Gesundheitswesen. 1772-1781 (1963)

47. REMOND, A.: Photo-Metrazol-Activation.
Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 4, 2 65-269 (1952)

48. SACHS, L.: Statistische Auswertungsmethoden.
3. Aufl. 1971

49. SCHAPER, G.: Familiäres Vorkommen von Photosensibilität.
in: Klinische Elektroencephalographie
Hrsg.: R. Janzen, Springer Verlag, Berlin, 129 (1961)

5o. SHAGASS, Ch.: Clinical significance of the photo-myoclonic response in psychiatric patients.
Elektroenceph. clin. Neurophysiol. 6, 445-453 (1954)

51. TOMAN, J.: Flicker potentials and the alpha-rhythm in man.
J. Neurophysiol. 4, 51-61 (1941)

52. ULETT, G.: Experience with photic stimulation in psychiatric research.
Amer. J. Psychiat., 114, 127-133 (1957)

53. WALKER, A. E., WOOLF, J. E., HALLSTEAD, W. C., CASE, Th. J.: Photic driving.
Arch. of Neurol. and Psych. 52, 117-125 (1944)

54. WALTER, W. G.: The living brain.
Oxford University Press, London 1953

55. WALTER, W. G., DOVEY, V. J., SHIPTON, H.: Analysis of the electrical response of the human cortex to photic stimulation.
Nature 158, 54o-541 (1946)

56, WALTER, W. G., V. J., GASTAUT, H. Y.: Une forme éléctroencéphalographique nouvelle de l'épilepsi, l'épilepsi photogénique.
Revue neurologique Tome 8o, 3, 613-614 (1948)

57. WALTER, V. J., WALTER, W. G.: The central effects of rhythmic sensory stimulation.
EEG clin. Neurophysiol. 1, 57 (1949)

Herrn Prof. Dr. A. Lütcke möchte ich für die Auswahl des Themas und für seine Bemühungen bei der Durchführung dieser Arbeit danken.

Besonderer Dank gilt der Leiterin der EEG-Abteilung der Universitäts-Nervenklinik, Frau Mertins, die uns bei der theoretischen und praktischen Einarbeitung in die Elektroencephalographie hilfreich unterstützt hat.

Herrn Prof. Dr. P. Ihm danke ich für die freundliche Hilfe bei der Anfertigung der statistischen Methoden.

LEBENSLAUF

Am 2. 2. 1950 wurde ich als Sohn des heutigen Facharztes für Chirurgie, Dr. med. Hermann Neumann, und seiner Frau Olga, geb. Drube, in Mainz geboren. Von 1956 bis 1958 besuchte ich die Grundschule in Mainz-Mombach. 1960 wurde ich in das Peutinger-Gymnasium in Ellwangen/Jagst aufgenommen. Nach weiteren Umzügen nach Mannheim und Eschwege bestand ich dort am 4. 6. 1969 an dem Friedrich-Wilhelm-Gymnasium das Abitur. Nach vier Semestern Wartezeit auf die Zulassung zum Studium der Humanmedizin immatrikulierte ich mich 1971 an der Philipps-Universität in Marburg/L.
Dort bestand ich im Frühjahr 1974 die ärztliche Vorprüfung und im Frühjahr 1978 das Staatsexamen.

Meine akademischen Lehrer während des Studiums der Human-Medizin an der Philipps-Universität in Marburg/L. waren die Professoren:

Amon, Buchholz, Dennhard, Exner, Friedrich, Gude, Haberich, Hamelmann, Hardewig, Havemann, Hildebrand, Hilgermann, Hort, Ibm, Karlson, Koransky, Kleinsasser, Lauer, Lütcke, Mannheim, Maroske, Martini, Petry, Poblen, Popp, Rodeck, Schmitz-Moormann, Straub, Wendt, Willenboeckel.